



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Unidad Didáctica para la enseñanza- aprendizaje del concepto configuración electrónica en estudiantes de grado Sexto

Didactic Unit for the teaching-learning of the electron
configuration concept in sixth grade students

Daniel Mauricio Acosta Castaño

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Manizales, Colombia

2019

Unidad Didáctica para la enseñanza- aprendizaje del concepto configuración electrónica en estudiantes de grado Sexto

Daniel Mauricio Acosta Castaño

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

MSc. Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2019

Dedicatoria

*Este trabajo de grado está dedicado a
Dios por su gracia, amor y sabiduría;
a mí familia por su apoyo
incondicional, a mis hermanos en la
Fe y amigos por su constante y sin
medida amistad.*

Agradecimientos

A Dios, por darme la gracia de conocerle y estar bajo su regazo, por su sabiduría que me lleva a ser quien soy, toda la gloria y la honra sea para Él.

A mi madre Francia Elena Castaño, a mi padre Ramón Elías Acosta, a mis hermanos Ramón Eduardo Acosta y Paula Andrea Londoño, por su permanente apoyo y provisión para la realización de este trabajo.

A la Pastora Carolina Lizarralde Arias por su constante consejo y cuidado, por estar siempre pendiente de mi proceso en todas las áreas de mi vida y por ser un recipiente de Dios para ayudarme en todo tiempo.

A MSc. Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez, director del trabajo de grado y docente de la Universidad Nacional de Colombia; por su increíble paciencia, dedicación, colaboración, entrega, por siempre creer en mí y en lo que podía lograr, por animarme en todo tiempo en alcanzar lo mejor para mí.

A mis hermanos en la Fe y amigos por estar siempre pendientes y animarme a continuar y avanzar.

Al colegio San Luis Gonzaga de la ciudad de Manizales por permitirme llevar a cabo este proceso de investigación en la institución educativa.

A la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales por su excelente programa de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales y su gran equipo de trabajo

Resumen

En este trabajo se diseñó y aplicó una unidad didáctica como estrategia para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, el concepto de estudio fue la configuración electrónica en estudiantes de grado sexto del colegio San Luis Gonzaga de la ciudad de Manizales. El trabajo tiene un diseño de tipo cuasi-experimental bajo un enfoque cuantitativo donde se tomó un grupo experimental y uno control.

Inicialmente se aplicó un test de ideas previas donde se obtuvo los obstáculos epistemológicos que tienen los estudiantes, luego, basándose en información previa se diseñó la unidad didáctica que está dividida por actividades para intervenir los obstáculos; posteriormente, se aplicó el postest y se analizaron los resultados.

El análisis de los resultados mostró que la unidad didáctica es una estrategia que permite explorar las ideas previas de los estudiantes y partiendo de estas utilizar las actividades necesarias para generar cambios conceptuales.

Palabras Claves: Unidad didáctica, ideas previas, configuración electrónica, cambio conceptual, obstáculo epistemológico y metacognición.

Abstract

In this project, a didactic unit was designed and implemented as a strategy to promote the teaching-learning process in the classroom. The studied topic was the electron configuration in sixth grade students at San Luis Gonzaga's School in the city of Manizales. The research has a quasi-experimental design under a quantitative approach where an experimental group and a control group were taken.

Initially, a previous ideas test was applied to both groups of students and from this, epistemological obstacles were obtained, then, based on that information a didactic unit was designed, which is divided into activities in order to affect those obstacles; subsequently, a post-test was applied and the results were analyzed.

The analysis of the results showed that the didactic unit is a strategy that allows to explore the student's previous ideas and based on that, use the necessary activities to generate conceptual changes.

Keywords: Didactic unit, previous ideas, electron configuration, conceptual change, epistemological obstacle and metacognition.

CONTENIDO	pág.
Resumen	V
Abstract	VI
Lista de figuras	9
Lista de tablas.....	10
Lista de graficas	11
Introducción	12
1. Planteamiento de la propuesta	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general:	16
1.3.2 Objetivo Específicos:	17
2. Marco teórico	18
2.1 Antecedentes:	18
2.2 Unidad Didáctica	20
2.3 Revisión teórica-histórica del concepto de configuración electrónica.	22
2.4 Ideas Previas	26
2.5 Obstáculos Epistemológicos	29
2.6 Cambio conceptual	30
2.7 Metacognición	31
3. Metodología.....	33
3.1 Enfoque del trabajo	33
3.2 Diseño del trabajo	33
3.3 Contexto del trabajo	33
3.4 Fases del trabajo.....	34
3.4.1 Fase 1: Inicial	34
3.4.2 Fase 2: Diseño	35
3.4.3 Fase 3: Aplicación	39
3.4.4 Fase 4: Evaluación	40
4. Análisis de resultados	41

4.1	Análisis de pretest y postest	41
4.1.1	Análisis de datos pretest grupo experimental (6A).....	41
4.1.2	Análisis de pretest grupo experimental (6A) vs pretest grupo control (6B).....	49
4.1.3	Análisis de datos pretest vs postest grupo experimental (6A).....	50
4.1.4	Análisis de datos pretest vs postest grupo control (B)	58
4.1.5	Análisis de datos postest grupo experimental (6A) vs postest grupo control (6B).....	59
5.	Conclusiones y recomendaciones	61
5.1	Conclusiones	61
5.2	Recomendaciones	62
A.	Anexo A: Pretest y Postest	63
B.	Anexo B: Unidad didáctica.....	66
C.	Anexo C: Evidencia fotográfica	75
	Bibliografía.....	80

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1. Características de la unidad didáctica.</i>	22
<i>Figura 2. Niveles de Energía</i>	23
<i>Figura 3. Diagrama de Moeller</i>	25
<i>Figura 4. Aplicación del trabajo</i>	39
<i>Figura 5. Pregunta 1 pretest estudiante 6.</i>	51
<i>Figura 6. Pregunta 1 posttest estudiante 6.</i>	51
<i>Figura 7. Pregunta 2 pretest estudiante 2.</i>	52
<i>Figura 8. Pregunta 2 posttest estudiante 2.</i>	52
<i>Figura 9. Pregunta 3 posttest estudiante 14.</i>	53
<i>Figura 10. Pregunta 3 posttest estudiante 14.</i>	53
<i>Figura 11. Pregunta 4 pretest estudiante 17.</i>	54
<i>Figura 12. Pregunta 4 posttest estudiante 17.</i>	54
<i>Figura 13. Pregunta 5 pretest estudiante 5.</i>	55
<i>Figura 14. Pregunta 5 posttest estudiante 5.</i>	55
<i>Figura 15. Pregunta 6 posttest estudiante 8.</i>	56
<i>Figura 16. Pregunta 6 posttest estudiante 8.</i>	56
<i>Figura 17. Pregunta 7 posttest estudiante 20.</i>	57
<i>Figura 18. Pregunta 7 posttest estudiante 20.</i>	57
<i>Figura 19. Estudiantes utilizando una simulación Phet del átomo</i>	75
<i>Figura 20. Estudiantes utilizando una página web acerca de números cuánticos.</i>	75
<i>Figura 21. Estudiantes utilizando una simulación Phet acerca de número atómico.</i>	76
<i>Figura 22. Aula virtual con material audio-visual.</i>	76
<i>Figura 23. Comparación átomo vs célula</i>	77
<i>Figura 24. Diferencias entre átomo y célula.</i>	77
<i>Figura 25. Línea de tiempo modelos atómicos.</i>	78
<i>Figura 26. Dibujo átomo Vs célula.</i>	78
<i>Figura 27. Ejercicios de configuración electrónica.</i>	79

Lista de tablas

Pág.

<i>Tabla 1. Clasificación de preguntas del Pretest.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 2. Clasificación de la actividad con el obstáculo epistemológico.....</i>	<i>38</i>

Lista de graficas

	Pág.
<i>Gráfica 1. Análisis pretest pregunta 1.....</i>	<i>42</i>
<i>Gráfica 2. Análisis pretest pregunta 2.....</i>	<i>43</i>
<i>Gráfica 3. Análisis pretest pregunta 3.....</i>	<i>44</i>
<i>Gráfica 4. Análisis pretest pregunta 4.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfica 5. Análisis pretest pregunta 5.....</i>	<i>46</i>
<i>Gráfica 6. Análisis pretest pregunta 6.....</i>	<i>47</i>
<i>Gráfica 7. Análisis pretest pregunta 7.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfica 8. Análisis pretest 6A vs pretest 6B.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfica 9. Análisis pretest 6A vs posttest 6A.....</i>	<i>50</i>
<i>Gráfica 10. Análisis pretest 6B vs posttest 6B.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfica 11. Análisis posttest 6A vs Posttest 6B.....</i>	<i>59</i>

Introducción

Conforme avanzan los tiempos, se hace cada vez más necesario que como docentes nos estemos reinventando constantemente, adaptándonos a los tiempos y lugares, generando soluciones a las necesidades educativas que se nos van presentando constantemente, para que así podamos cumplir con nuestra misión de formar seres humanos que estén en el mundo, que vivan y se desarrollen en él, y que estén al servicio del más necesitado.

El estudiante de ciencias naturales deber ser una persona capaz de utilizar el pensamiento científico en situaciones cotidianas, es decir, en su contexto; es por ello que la didáctica de las ciencias naturales tiene la gran responsabilidad de generar estrategias que le permitan afianzar los procesos de enseñanza-aprendizaje y formar mentes científicas capaces de interactuar con el mundo, de ver sus problemáticas y necesidades, de generar soluciones y de transformar el entorno que les rodea.

En el año 2016 los, estándares básicos de competencias en ciencias naturales del Ministerio de Educación Nacional. (2004), establecían que era necesario que los estudiantes entre 6 y 7 grado tuvieran la capacidad de comprender como está compuesta la materia y como ésta interactuaba para formar moléculas.

Una de las temáticas que se establecían era la enseñanza de la configuración electrónica. García, A. (2004) se refiere a la composición interna de la materia como uno de los temas más complejos en la enseñanza de la química y la física en niveles básicos, esto debido a que los conceptos que se utilizan no son de la cotidianidad del mundo macroscópico y que además requiere de una capacidad de abstracción que normalmente no se tiene en estudiantes en estas edades.

Lo anteriormente expuesto generó la necesidad de buscar una estrategia que favoreciera la adquisición del concepto de configuración electrónica de una manera más amigable y didáctica, que tuviera en cuenta las ideas previas de los estudiantes y que fortaleciera el desarrollo del pensamiento científico.

Todo esto llevó a ver a la unidad didáctica como una herramienta capaz de lograr cambios conceptuales en los estudiantes.

En el diseño de la unidad didáctica inicialmente se utiliza un instrumento de ideas previas para la obtención de los posibles obstáculos epistemológicos que los estudiantes tengan sobre el tema, y este es el insumo para la creación de las actividades de la unidad didáctica y su posterior aplicación, finalmente los estudiantes toman el posttest y luego todos estos resultados son analizados cuantitativamente por medio de porcentajes representados en gráficas. Esta estrategia fue aplicada en estudiantes de sexto grado del colegio San Luis Gonzaga de la ciudad de Manizales con un enfoque cuantitativo y con un diseño cuasi-experimental.

Este trabajo se desarrolla en 5 capítulos distribuidos de la siguiente forma: Planteamiento del problema, donde se recogen las razones que llevaron a la utilización de la unidad didáctica como herramienta para la enseñanza, la justificación y los objetivos; el marco teórico, que contiene los antecedentes, la unidad didáctica, la revisión teórica del concepto de configuración electrónica y sus principios fundamentales, ideas previas, obstáculos epistemológicos, cambio conceptual y metacognición; la metodología que muestra el enfoque del trabajo, el contexto del trabajo y el diseño del trabajo; El análisis de resultados que permite analizar los datos obtenidos y así poder dar posturas de los hallazgos y las conclusiones y recomendaciones que facilite medir el alcance y cumplimiento de los objetivos planteados así como las recomendaciones que surgen del análisis final.

1. Planteamiento de la propuesta

1.1 Planteamiento del problema

En el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica se observa que hay ideas previas (que se convierten en obstáculos epistemológicos) que impiden a los estudiantes aprender de manera significativa dicho concepto, por ello, se ve necesario abordar diferentes estrategias didácticas que faciliten al estudiante la comprensión de la distribución electrónica en los átomos y así tener un mayor entendimiento acerca del dinamismo y composición de la materia. Se ha observado que en muchas ocasiones los docentes omiten el tema de la configuración electrónica o es muy superficial, quizás por su nivel de abstracción y complejidad, esto se considera un error debido a que la enseñanza de este concepto contribuye a un mejor conocimiento acerca del dinamismo de la materia; por ello, la estrategia que se decide abordar es la “Unidad Didáctica” que permite al docente hacer uso de múltiples herramientas integradas para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje en el aula; posteriormente, se evaluará y analizará para comprobar su incidencia en los obstáculos encontrados. De lo descrito con anterioridad nace una pregunta que será el objeto de investigación en adelante:

¿Cómo incide la unidad didáctica en la intervención de obstáculos epistemológicos en la enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica en niños de grado sexto del colegio San Luis Gonzaga de Manizales?

1.2 Justificación

En un mundo educativo donde cada día son cada vez más las exigencias de generar practicas didácticas para atender a múltiples necesidades que van presentando los estudiantes, la unidad didáctica se convierte en una estrategia que le ayuda al profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje a la hora de brindar nuevos conocimientos, debido a que le permite conocer el pensamiento científico que poseen sus estudiantes frente a un concepto específico, favoreciendo el reconocimiento de posibles obstáculos que se detectan y partiendo de allí generar múltiples actividades con intencionalidades específicas para intervenir esos obstáculos mentales encontrados.

Es importante en la solución del problema de investigación que a través de estrategias didácticas, el profesor pueda lograr cambios conceptuales acerca de temas a enseñar, debido a que de esto depende la formación de habilidades que le sirven al estudiante para enfrentarse a una sociedad cada vez más demandante y competitiva. Es por esta razón, que se decide comprobar la incidencia de la unidad didáctica en la enseñanza del tema de configuración electrónica en niños de grado sexto del colegio San Luis Gonzaga de la ciudad de Manizales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Diseñar y aplicar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica en estudiantes de grado sexto del colegio San Luis Gonzaga de la ciudad de Manizales.

1.3.2 Objetivo Específicos:

- Diseñar y aplicar un instrumento para identificar las ideas previas que presentan los estudiantes sobre el concepto configuración electrónica.
- Diseñar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica partiendo de los obstáculos identificados en el instrumento de ideas previas.
- Analizar la incidencia de la aplicación de la unidad didáctica en la enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica.

2. Marco teórico

A lo largo de este capítulo del trabajo de profundización se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: Antecedentes, historia y epistemología del concepto de configuración electrónica, ideas previas, obstáculos epistemológicos, unidad didáctica, cambio conceptual, metacognición, pedagogía ignaciana y enseñanza en inglés. Todo esto como fundamento teórico que permita situar conceptualmente el objeto de investigación con la conceptualización de toda la terminología utilizada en el desarrollo del trabajo.

2.1 Antecedentes:

Se han encontrado varias investigaciones relacionadas con las unidades didácticas y la enseñanza del concepto configuración electrónica a nivel nacional e internacional y que se consideran de gran apoyo para el presente trabajo, estas serán descritas a continuación:

Osorio, A. A. (2005), por medio de su trabajo: Estrategias de enseñanza-aprendizaje para relacionar los conceptos de la distribución electrónica con los de la periodicidad de los elementos de la tabla periódica; utiliza la unidad didáctica como un conjunto de actividades organizadas cronológicamente y que tienen como objetivo el aprendizaje significativo.

Se utilizaron pruebas de conocimientos previos en donde se obtuvieron como resultados que los estudiantes de grado 11 tenían muchos vacíos en cuanto a la conformación de la materia y la dinámica de los electrones y su relación con la periodicidad; la relación entre la configuración electrónica y la tabla periódica es uno de los propósitos de la enseñanza del concepto de configuración electrónica que se abordarán más adelante en el presente trabajo.

También, se tomó como referencia el trabajo de Calderón, Y.P. (2011). Propuesta de un objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la tabla periódica. Investigó como un objeto virtual de aprendizaje puede facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje con relación a los temas de química y en especial el trabajo se basó en la tabla periódica de los elementos y su relación con otros conceptos. De este trabajo se pudo referenciar la forma como se abordaron los aspectos teóricos de los modelos atómicos, los números cuánticos y la configuración electrónica debido a que se realizó con estudiantes de grado 9 que son cercanos a la población de estudio de este trabajo de investigación, de igual manera se analizó la forma como se implementaron las TIC'S en la enseñanza del concepto.

En cuanto al uso de las TIC'S como medio para lograr el aprendizaje significativo el trabajo de Bastidas, J. G. (2013). "Diseño e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa para la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica en grado décimo mediante las nuevas tecnologías: estudio de caso en la Institución Educativa Montecarlo-Guillermo Gaviria Correa, del municipio de Medellín", fue de gran ayuda puesto que daba una luz en cuanto a proveer a los estudiantes de ambientes tecnológicos más cercanos a sus necesidades y gustos, esto ayudó al presente trabajo a incorporar estrategias de software que favorecen la enseñanza del concepto de configuración electrónica.

Para los docentes, Villaro, E. (2012). Por medio de su trabajo: "Ideas previas sobre átomos y enlace químico. Desarrollo de una estrategia didáctica en la educación secundaria", brinda conocimientos acerca de las ideas previas que los estudiantes deben tener al momento de afrontar temáticas relacionadas con la materia y su

composición y así utilizar estrategias didácticas que apunten al desarrollo del pensamiento científico.

Castrillón, C.P. (2016). En su investigación llamada: Estrategia didáctica para la enseñanza del modelo mecánico cuántico del átomo, mediante la implementación de la unidad de producción de conocimiento (UDPROCO). Implementó una estrategia pedagógica basada en las ideas previas, los obstáculos encontrados, la metacognición y la historia y epistemología del concepto para llevar a los estudiantes a un cambio conceptual; este trabajo sirvió de referente debido a que utiliza los mismos fundamentos de la unidad didáctica que se utilizó en este trabajo con respecto a los modelos mecánicos cuánticos del átomo.

2.2 Unidad Didáctica

La unidad didáctica, en adelante (UD), es un conjunto de actividades o estrategias que apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje de un concepto determinado, dando así una dinámica de enseñanza acorde a contextos y necesidades de los estudiantes. Escamilla, (1993) define la unidad didáctica como la planeación del proceso de enseñanza-aprendizaje de un contenido basándose en el nivel de desarrollo del estudiante, su entorno familiar y sociocultural, currículo y los recursos.

La UD al ser un conjunto de elementos reunidos de forma tal que a la hora de planear el proceso de enseñanza-aprendizaje, el docente obtiene una herramienta que le permite de una manera didáctica establecer los elementos cognitivos y la forma como los desea transmitir; esta programación está basada en varios factores según Corrales (2010), y que se describen a continuación: Es un instrumento de trabajo, facilitador para el docente; es unitario ya que contiene todos los elementos curriculares como lo son:

Los objetivos, los contenidos, la evaluación...; es articulada y coherente de modo que haya interacción entre las partes. Estos factores son importantes y deben ser tenidos en cuenta a la hora de crear una UD. Entre las funciones más importantes de la UD establecidas por Corrales (2010) se encuentran:

- No permite el azar y la improvisación.
- Da seguridad a la persona que va a enseñar, pues le permite controlar los procesos, bajar la incertidumbre y confiar en sí mismo.
- Maximiza esfuerzos y se evita perder tiempo.
- Favorece el desarrollo de la creatividad grupal y aporta al vínculo como equipo.
- En la práctica, conduce los procesos interactivos de enseñanza-aprendizaje.
- Adaptación a las características socioculturales del contexto.
- Crecimiento personal cuando hay reflexión y revisión de lo que acontece en el aula.

Teniendo en cuenta los factores en los que se basa la unidad didáctica y las funciones que cumplen se encontró que el tipo de diseño de unidad didáctica más cercano a lo que se requiere, es el modelo planteado por Tamayo, Vasco, Suarez, de la Torre, Quiceno, García y Giraldo (2011) los cuales proponen:

“Al ser la enseñanza una actividad que involucra distintas entidades y no una actividad de transmisión de información, vemos la necesidad de abordar la educación de las ciencias desde una perspectiva constructivista y evolutiva, en la cual se integren aspectos tales como: la historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva,... y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite una evaluación formativa, la transformación del conocimiento del pensamiento inicial y final de los docentes y de los estudiantes” (p.106).

Los aspectos establecidos por Tamayo et al. (2011), se sintetizan a continuación (figura 1) y serán objeto de estudio a lo largo del marco teórico.

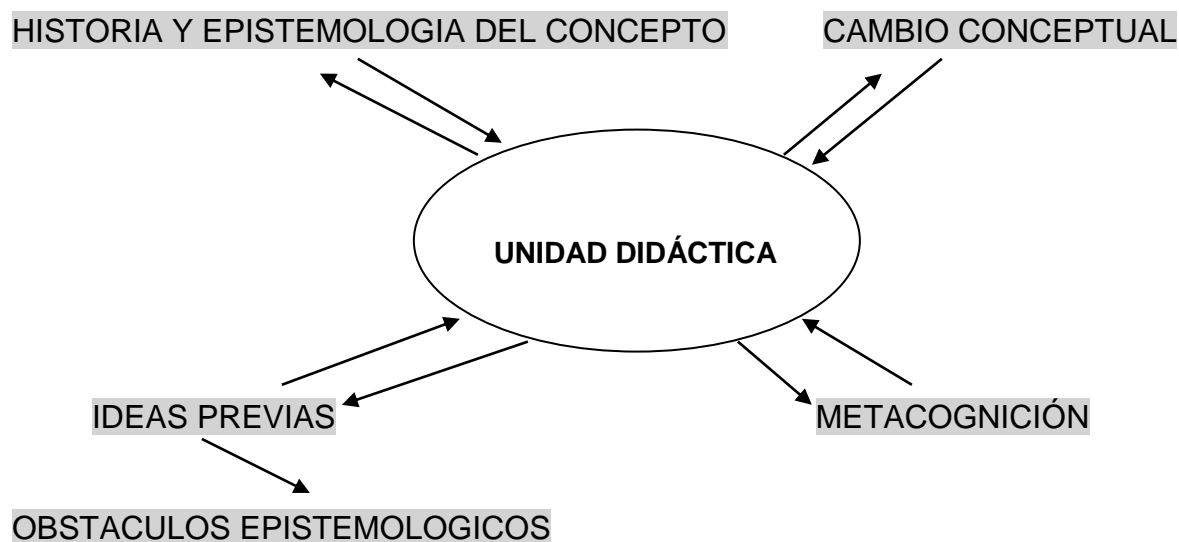


Figura 1. Características de la unidad didáctica.

2.3 Revisión teórica-histórica del concepto de configuración electrónica.

En el colegio San Luis Gonzaga se utiliza como texto base para grados 6 y 7 el libro Caminos del Saber de Ortiz, E.A. (2013), por tal motivo se realizó la revisión teórica-histórica fundamentada en dicho texto, utilizando las ideas del autor pero expresadas con palabras del escritor de este trabajo.

El estudio de la estructura electrónica del átomo tuvo su primer acercamiento con Niels Bohr en 1923 basándose en los estudios acerca de la teoría atómica por Max Planck y en las investigaciones de Ernest Rutherford para finalmente establecer su propio modelo. Bohr hablaba principalmente de la distribución de electrones en un átomo y su relación con las propiedades periódicas de los elementos; algunos de los postulados de Bohr son:

- Alrededor del núcleo hay un número limitado de niveles de energía (orbitas) sobre los cuales los electrones giran como lo muestra la *figura 2*

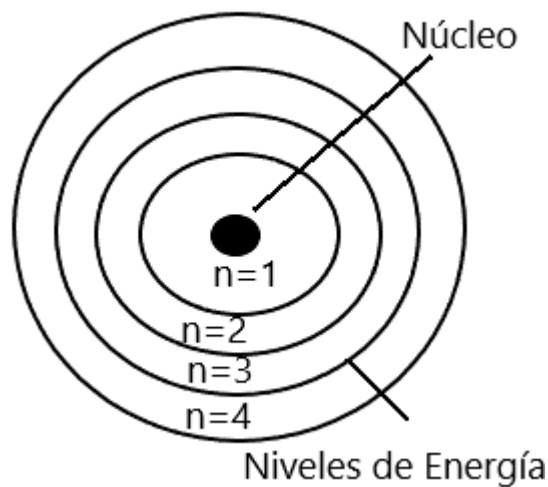


Figura 2. Niveles de Energía

- Los electrones no emiten energía cuando están en sus orbitas, solo ganan o pierden energía cuando se mueven entre orbitas.
- El electrón se mueve a un nivel superior cuando absorbe energía.
- Si un electrón regresa a su estado inicial emite energía sea en forma de luz o calor.
- Los electrones se van localizando en el menor nivel de energía posible.
- El primer nivel de energía es el que se encuentra más cerca al núcleo y a medida que aumenta el número de niveles de energía cada uno de ellos se aleja más del núcleo.

Las ideas planteadas por Bohr dieron un gran acercamiento a la comprensión de la forma como se distribuían y comportaban los electrones en un átomo; posteriormente y gracias a los avances científicos, varios investigadores hicieron sus aportes a la dinámica de los electrones en los átomos, uno de ellos fue Louis de Broglie un físico francés quien en 1924 estableció su postulado acerca de la dualidad de la materia, la cual decía que todas las partículas cuando están en movimiento se comportan como ondas, por lo tanto, el electrón tiene características no solo de partícula sino de onda.

Este nuevo concepto revolucionó el conocimiento acerca del comportamiento del electrón tanto que en 1926 Erwin Schrödinger un físico austriaco, dijo que la trayectoria definida que tenía un electrón según Bohr debía ser reemplazada por el hecho de que hay una probabilidad de encontrar al electrón en una región espacial llamada nivel de energía, a este postulado se le llamó: La ecuación de onda. Posteriormente, en 1927 el físico alemán Werner Heisenberg estableció que al electrón ser partícula y onda era imposible conocer su posición y su velocidad simultáneamente en un momento determinado, a este postulado se le llamó: El principio de incertidumbre. Estos científicos fueron clave importante para generar el modelo atómico actual el cual está constituido por dos regiones, el núcleo y la nube electrónica.

Gracias a todos los estudios realizados en la física cuántica se establecieron cuatro valores numéricos que indican las características de los electrones en los átomos, a estos se les denominaron números cuánticos propuestos por diferentes científicos a lo largo del desarrollo histórico del concepto de átomo, es importante aclarar que si bien se describen a continuación todos los números cuánticos, en el proceso de enseñanza-aprendizaje se hará especial énfasis en los dos primeros debido a la etapa de desarrollo en la que están los estudiantes en grado sexto.

***n** – número cuántico principal:* Determina el nivel de energía donde probablemente se encuentra el electrón, propuesto por Niels Bohr.

***l** – número cuántico secundario o Azimutal:* Determina el subnivel de energía en el que probablemente se encuentra el electrón al igual que la forma del subnivel, propuesto por Arnold Sommerfeld.

$l = 0 \rightarrow$ orbital s

$l = 1 \rightarrow$ orbital p

$l = 2 \rightarrow$ orbital d

$l = 3 \rightarrow$ orbital f

m – *número cuántico magnético*: Determina la orientación magnética del electrón dentro del orbital que probablemente esté; propuesto por Pieter Zeeman.

s – *número cuántico de spin*: Determina el sentido en el cual el electrón gira sobre su propio eje. Si se representa el electrón con una flecha hacia arriba significa que este gira hacia la derecha y si se representa con una flecha hacia abajo significa que gira hacia la izquierda, propuesto por George Uhlenbeck y Sam Goudsmit.

Los números cuánticos permitieron comprender la posible ubicación de un electrón en el átomo en un momento determinado, la orientación del electrón, y el sentido en el que gira.

Finalmente, con todos estos conceptos, se estableció una manera resumida de mostrar la distribución de electrones en átomo, a la cual se le llamó “configuración electrónica” que sigue tres principios fundamentales.

Principio de Aufbau

Establecido por Niels Bohr dice que: La configuración electrónica se consigue ubicando a los electrones uno por uno en los orbitales disponibles en el átomo, ordenados en orden creciente de energía, es decir, del orbital de menos energía al orbital de mayor energía. El diagrama de Moeller, así como lo muestra la *Grafica 3* permite ver el principio de Aufbau con mayor claridad.

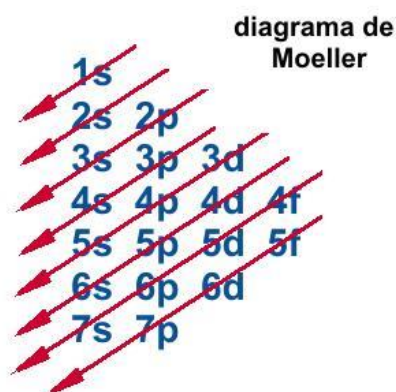


Figura 3. Diagrama de Moeller

Principio de Exclusión de Pauli

En 1925, Wolfgang Ernst Pauli, estableció que: En un mismo átomo, dos electrones no pueden tener los mismos números cuánticos y por ello un orbital no puede tener más de dos electrones y deben ser de espines contrarios.

Regla de la máxima multiplicidad de Hund

Esta regla establece que los electrones de un determinado subnivel de energía no se aparean en un orbital hasta que todos los orbitales del subnivel tengan por lo menos un electrón cada uno. Los electrones apareados tendrán espín opuesto, pero los no apareados tienen el mismo espín. (Ortiz, 2013, p.207)

Estos principios son la columna vertebral para escribir las configuraciones electrónicas y gracias a las investigaciones de múltiples científicos y al conocimiento que se tiene acerca del átomo actualmente, la configuración electrónica conceptualmente ha permitido entender de una mejor manera la forma como están distribuidos los electrones en el átomo, sus dinámicas y sus interacciones, favoreciendo así la comprensión de algunos comportamientos de la materia.

2.4 Ideas Previas

En la enseñanza de cualquier concepto es importante indagar las ideas previas que tienen los estudiantes para así tener un punto de partida claro hacia dónde se debe orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La mayoría de las ideas previas están basadas en lo vivido cotidianamente por las personas desde que nacen, por ello son construcciones mentales que no necesariamente son correctas, pero es importante resaltar que muchas de las ideas tienen puntos de partida importantes para la construcción del conocimiento. Campanario & Otero (2000) afirman que las ideas previas en primer lugar tienden a ser científicamente incorrectas debido a que son construcciones personales; en segundo lugar un mismo estudiante puede explicar un mismo

fenómeno desde múltiples puntos de vista. Esto afirma el hecho de que las ideas previas son la sumatoria de experiencias vividas en los entornos donde desempeña cada persona a lo largo de la vida.

En la enseñanza de las ciencias naturales es importante comprender la forma como conocen los estudiantes previamente, Limón y Carretero (1997), exponen algunos aspectos comunes presentes en las ideas previas de los estudiantes acerca de los fenómenos científicos:

1. Son específicas de dominio, y con frecuencia, dependen de la tarea utilizada para identificarlas.
2. La mayoría de estas ideas no son fáciles de identificar porque forman parte del conocimiento implícito del sujeto.
3. Son construcciones personales. A pesar de que se ha encontrado cierto grado de similitud entre las representaciones de sujetos procedentes de distintos medios culturales es necesario interpretarlas dentro del contexto individual, como señala Driver (1989).
4. Muchas de ellas están guiadas por la percepción y por la experiencia del alumno en su vida cotidiana. Así, en el ejemplo anterior, se identifica el cambio químico cuando hay un cambio perceptivo, pero no es el caso cuando no hay ningún cambio perceptible. Por ejemplo, los alumnos consideran que los gases no pesan porque su percepción y su experiencia cotidiana con ellos les conducen a pensar tal cosa (juegos con globos, el humo del tabaco, el aire que respiramos, etc.) (p.6).

Estos aspectos dan un conocimiento importante a la hora de analizar ideas previas en los estudiantes, especialmente, acerca de la forma como pueden ver en común fenómenos científicos y esto puede llevar al fortalecimiento esas ideas o al cambio conceptual de la misma.

Otro autor que habla acerca de la forma de adquirir ideas previas es Pozo (1996), de acuerdo a su teoría, hay tres formas de adquirir ideas previas: la primera, es de origen sensorial, esta se basa en la interacción de los sentidos con las experiencias

en el medio que los estudiantes se desarrollan y las percepciones que se van obteniendo con el tiempo; la segunda, es de origen cultural, la cual establece que las personas obtienen un conocimiento que se da gracias a un conjunto de creencias sociales inducidas a partir de hechos o fenómenos a través del tiempo; y la tercera, es de origen escolar, ideas que se adquieren en la escuela y que van a enfrentarse a futuros conocimientos beneficiándolos al ser ideas previas correctas o convirtiéndose en obstáculos para el aprendizaje.

Finalmente, acerca de las ideas previas que tiene un estudiante en cuanto a la materia (por ende, el átomo), Kind (2004) nos da una aproximación del tipo de idea previa que tiene un estudiante, para la autora los niños parten de la idea “ver para creer” y las partículas que componen la materia no pueden verse esto se vuelve una dificultad para el estudiante debido a que no hay relación entre el objeto y la percepción, al no verlo e interactuar con él se le dificulta su comprensión; considero que para el ser humano en general es difícil la comprensión acerca de lo que no puede ver y mucho menos interactuar, por ello el nivel de abstracción del concepto de átomo es muy alto y no es fácil, menos lo es para un niño, entrar a comprender la materia y su dinámica.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente acerca de las ideas previas cobra gran relevancia conocer que saben los estudiantes antes de enfrentarse a un concepto (sumatoria de vivencias a lo largo de su vida), pues ello podrá servir de insumo para trazar una ruta de enseñanza, un seguimiento desde el inicio de una idea hasta el final, evidenciado bien sea la persistencia del concepto previo, puesto hay ideas que se resisten al cambio, o un cambio conceptual, que sería el objetivo principal del proceso enseñanza-aprendizaje, partiendo del hecho de que todos tenemos una idea previa acerca de todo y que esa idea puede ser errónea o puede ser parcialmente aceptada y en ambos casos la intencionalidad de la enseñanza es diferente. En este trabajo, las ideas previas juegan un papel muy importante para el diseño de la UD y es en el análisis de las ideas al final que podemos establecer si la estrategia cumple su propósito o no.

2.5 Obstáculos Epistemológicos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje los docentes de ciencias podemos evidenciar como algunos conceptos a la hora de enseñarse se resisten a ser establecidos mentalmente, Bachelard (1993) afirma:

Al volver sobre un pasado de errores, se encuentra la verdad en un verdadero estado de arrepentimiento intelectual. En efecto, se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza a la espiritualización. (p.15)

A esta obstaculización Bachelard los llamó obstáculos epistemológicos, un obstáculo es una idea, una concepción, un conocimiento que no necesariamente puede ser un error sino que en algunos casos, cuando se enfrenta a un conocimiento nuevo generan complicaciones en la instalación mental del mismo, dificultades en la correcta reconstrucción del conocimiento.

Entiéndase por obstáculos epistemológicos las limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico. El individuo entonces se confunde por el efecto que ejercen sobre él algunos factores, lo que hace que los conocimientos científicos no se adquieran de una manera correcta, lo que obviamente afecta su aprendizaje. (Mora, 2002, p.76)

Según Mora los obstáculos epistemológicos pueden llevar a que los conocimientos científicos que se quieran enseñar sean adquiridos de una manera incorrecta y que el aprendizaje de los mismos se vea afectado; es por esta razón que es necesario y fundamental la identificación de posibles obstáculos epistemológicos que los estudiantes puedan tener en frente de un conocimiento científico a enseñar.

Por otro lado, González (2011) afirma que “los obstáculos son, en primer lugar, *modos de pensar*. No todo modo de pensamiento constituye un obstáculo, pero esta primera declaración permite definir el estatus ontológico del obstáculo” (p.180).

Los obstáculos epistemológicos al ser un modo de pensar, no necesariamente están mal o son erróneos, también pueden ser un punto desde el cual se pueden

completar conocimientos científicos, como un punto de partida para adquirir un conocimiento más cercano al aceptado en la actualidad.

Si se conoce el ambiente o el medio didáctico en el cual el obstáculo fue construido como conocimiento es posible identificar qué tipo de errores son los que van a aparecer. Porque precisamente los obstáculos son un conocimiento que el estudiante ha construido, correcta o incorrectamente. (Barrantes, 2006, p.3)

Es por la razón que expone Barrantes que es de vital importancia a la hora de abordar un nuevo conocimiento científico, la identificación de los posibles obstáculos epistemológicos y así comenzar una reconstrucción cognitiva o un refuerzo cognitivo a través de estrategias pedagógicas que puedan generar un aprendizaje de los conceptos científicos que permanezcan en el tiempo y que ayuden al desarrollo del pensamiento y habilidades científicas.

2.6 Cambio conceptual

Uno de los propósitos más importantes de la aplicación de una UD es la de lograr la transformación de un concepto, el cambio de una idea de un estado inicial a uno posterior, en ese sentido, Posner, Strike, Hewson y Gertzog. (1982), sugieren que aprender surge como resultado de la relación que se da entre las ideas previas y una nueva información, pero consideran que las ideas previas tienden a resistirse y a permanecer firmes frente a nuevas concepciones. El cambio conceptual se da cuando estas ideas dominantes son transformadas. Hay un primer momento, el cual Posner lo llama “Asimilación” inspirado en la teoría piagetiana y es un momento en el cual los estudiantes utilizan el conocimiento que tienen para enfrentarse a uno nuevo; el segundo momento es llamado “Acomodación” y se da cuando la información que tiene el estudiante no es suficiente para entender el nuevo fenómeno y en frente de esto deben volver a organizar y reemplazar sus conceptos.

En cuanto a la acomodación, Martínez (2004) afirma que para que se genere el proceso de “acomodación” o cambio conceptual se requiere cumplir con las siguientes condiciones:

Que no haya una satisfacción con la concepción que se tiene, que el nuevo concepto de la posibilidad de tener nuevas vías de explicación; que la nueva idea permanezca con el conocimiento que ya existe y que la concepción de oportunidades para indagar. Solo bajo estas condiciones se puede dar la oportunidad para acomodar una nueva idea.

Martínez (2004), refiere que los cambios conceptuales se dan gracias a una serie de etapas y que se desarrollan así: Se debe dar inicialmente una revisión de creencias, luego una reorganización conceptual que implica modificación de la estructura conceptual, luego una revisión de la estructura de conocimientos y finalmente una reestructuración del conocimiento en un dominio.

Así, “Antes del cambio conceptual, el conocimiento sufre una serie de transformaciones que terminan en un cambio conceptual” (Thagard, 1992).

Con base en lo anterior, es de suma importancia tener claridad en el aula acerca de los pensamientos previos de los estudiantes en cuanto a un conocimiento específico, esto con la finalidad de diseñar estrategias metodológicas que lleven a los cambios conceptuales que se requieren y así poder lograr un verdadero aprendizaje y que permanezca en el tiempo.

2.7 Metacognición

La metacognición es esencialmente importante para la educación debido a que tiene una incidencia en la obtención, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende, llevando al estudiante a estar reflexionando, evaluando, analizando, acercada de su propio aprendizaje y la manera como lo obtiene. Flavell (1979) definió la metacognición como la capacidad que tiene una persona para monitorear, evaluar y planificar su aprendizaje. De una manera más general Flavell (1987) lo ha definido como el conocimiento del conocimiento. Este autor lleva la metacognición al punto de conocer lo que se conoce, es decir, de comprender, analizar y hasta juzgar la forma como se alcanza ese conocimiento, es por ello que en el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene una gran importancia, puesto que es un monitoreo constante de

parte del estudiante hacia su propio conocimiento y por ende en beneficio de la obtención del pensamiento científico como lo plantea Kuhn, Amsel & O'Loughlin (1988) y Kuhn (1989), quienes hablan del pensamiento científico como una capacidad metacognitiva que permite a los niños evaluar sus estrategias de experimentación y encontrar evidencias que son inconsistentes con lo que creen.

Es decir, que para el docente de ciencias naturales, como uno de los encargados de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje es de gran importancia que procure el desarrollo del pensamiento metacognitivo en sus estudiantes así como lo establece Woofolk (2010):

“La metacognición implica elegir la mejor forma de realizar una tarea de aprendizaje. Los estudiantes con buenas habilidades metacognoscitivas establecen metas, organizan sus actividades, eligen entre varios métodos de aprendizaje y cambian las estrategias en caso necesario”. (p.271)

Sobre la base de las ideas expuestas es importante incorporar en las prácticas del aula actividades, evaluaciones, guías, juegos y demás herramientas didácticas que ayuden al desarrollo del pensamiento metacognitivo puesto que favorecerá al estudiante en el reconocimiento de cómo aprende, estudia, piensa, evalúa, analiza y de cómo plantea soluciones a un problema, siendo estas habilidades necesarias para adquisición del conocimiento científico.

3. Metodología

3.1 Enfoque del trabajo

Este trabajo de profundización se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, puesto que se obtienen y analizan datos obtenidos de la aplicación de un pretest y un posttest, que se convierten en valores numérico utilizados para calcular porcentajes y realizar gráficas, esto con el fin de determinar la incidencia de la unidad didáctica en la intervención de obstáculos epistemológicos en la enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica. En palabras de Gómez (2006)

Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente, en términos cuantitativos, se captura verdaderamente la realidad que se desea capturar, aunque no hay medición perfecta, el resultado se acerca todo lo posible a la representación del concepto que el investigador tiene en mente. (p.122)

3.2 Diseño del trabajo

Diseño de tipo cuasi-experimental; dos grupos participarán en el trabajo; 6A será el grupo experimental y 6B será el grupo control; al grupo experimental se le aplicará la estrategia pedagógica y al grupo control se le enseñará de la forma normal como se ha planeado en el colegio San Luis Gonzaga de la ciudad de Manizales.

3.3 Contexto del trabajo

El colegio San Luis Gonzaga se encuentra ubicado en la zona urbana del Municipio de Manizales en el departamento de Caldas, Colombia.

Tiene una población de alrededor de unos 800 estudiantes que pertenece a los estratos socio-económicos altos de la ciudad; la edad de los estudiantes de grado sexto en el cual se hizo la investigación oscila entre los 10 y 12 años, está compuesto por 51 estudiantes, 25 de 6A y 26 de 6B, presenta una diversidad homogénea de género y a los cuales se les enseña la clase de ciencias naturales en inglés.

El colegio es confesional católico de la compañía de Jesús que utiliza como modelo educativo la Pedagogía Ignaciana y un enfoque personalizado; tiene como objetivos:

1. Tomar en cuenta el contexto y la situación personal de cada uno.
2. Promover actividades de enseñanza y formación, con variedad metodológica, que se transformen en experiencia de aprendizaje cognoscitiva, psicomotriz, afectiva o imaginativa.
3. Suscitar una implicación reflexiva del alumno de modo que pueda considerar la importancia y el significado humano de lo que está estudiando.
4. Impulsar los cambios profundos en los alumnos para que lleven a cabo opciones interiores y acciones exteriores, y puedan ser competentes en situaciones nuevas.
5. Realizar una evaluación integral de todos los aspectos implicados en el proceso de aprendizaje. (Wikiberchmans, 2015)

3.4 Fases del trabajo

El presente trabajo se desarrolló en 4 fases a describir a continuación:

3.4.1 Fase 1: Inicial

En esta fase se dieron los siguientes momentos:

Identificación del problema: En los estándares básicos de competencias en ciencias naturales del ministerio de educación nacional (MEN, 2004) se establecía que era necesario que los estudiantes entre 6 y 7 grado tuvieran la capacidad de

comprender como está compuesta la materia y como ésta interactuaba para formar moléculas, entre las temáticas a tratar se encontraba el concepto de configuración electrónica el cual genera grandes dificultades puesto que el dinamismo de los electrones en el átomo es muy abstracto; por tal motivo se vio la importancia de buscar herramientas metodológicas que favorecieran a los estudiantes la comprensión de este concepto.

Formulación de objetivos: La estrategia escogida para el abordaje de la configuración electrónica fue la Unidad Didáctica. Luego se establecieron los objetivos con base en lo que se esperaba alcanzar en la aplicación de la estrategia.

Elaboración de cronograma de actividades: Se diseñó un cronograma de actividades para dar cumplimiento con todas las fases del trabajo.

3.4.2 Fase 2: Diseño

Se dio una revisión bibliográfica tanto de la UD como del concepto configuración electrónica. Posteriormente se diseñó un test de ideas previas o pretest (anexo1) el cual fue validado por dos expertos y que consta de 7 preguntas, este test tiene como objetivo abstraer de los estudiantes todas las ideas previas que tienen acerca del concepto y así poder obtener los posibles obstáculos que presentan a la hora de comprender el concepto de configuración electrónica.

Las preguntas del pretest fueron diseñadas con una intencionalidad y fueron clasificadas de la siguiente forma (tabla1).

Tabla 1. Clasificación de preguntas del pretest

PREGUNTA	CLASIFICACIÓN
1	Percepción (imagen) del átomo
2	Tamaño del átomo
3	Identidad del átomo
4	Representación atómica (modelo atómico)
5	Cantidad de electrones
6	Dinamismo del átomo
7	Relación distribución de los electrones en el átomo y la tabla periódica de los elementos.

A continuación se mostrará la forma como fueron categorizadas las respuestas de los estudiantes, pregunta por pregunta:

PREGUNTA 1.

- A. Muestra el átomo como una célula o un elemento biótico.
- B. Muestra un átomo con su estructura y sus partes. (Respuesta correcta)
- C. Muestra un átomo con estructura y sin partes.
- D. Muestra un átomo como una mezcla de un elemento biótico y atómico.
- E. Muestra un átomo como una estructura no identificable y sin partes.

PREGUNTA 2

- A. Si, justificación acorde.
- B. Si, justificación no acorde.
- C. No, justificación acorde. (Respuesta correcta)
- D. No, justificación no acorde.

PREGUNTA 3

- A. Entiende la analogía y da una identidad errónea al átomo.
- B. Entiende la analogía y da una identidad correcta al átomo. (Respuesta correcta)

- C. No entiende la analogía y da una identidad errónea al átomo.
- D. No entiende la analogía y da una identidad correcta al átomo.

PREGUNTA 4

- A. Thompson
- B. Dalton
- C. Schrödinger (Respuesta correcta)
- D. Bohr
- E. Rutherford

PREGUNTA 5

- A. Si, justificación acorde.
- B. Si, justificación no acorde.
- C. No, justificación acorde. (Respuesta correcta)
- D. No, justificación no acorde o no justifica.

PREGUNTA 6

- A. Sí, porque el electrón es estático.
- B. No, porque el electrón se mueve. (Respuesta correcta)
- C. Sí, no justifica o es erróneo.
- D. No, no justifica o es erróneo.

PREGUNTA 7

- A. Da una relación acertada o poco acertada. (Respuesta correcta)
- B. Da una relación alejada de la realidad.
- C. No relaciona.
- D. Respuesta incoherente.

Con la información obtenida en el pretest se identificaron siete obstáculos epistemológicos, los cuales serán descritos en el análisis del pretest para el grupo experimental, sirvieron de fundamento para el diseño de la UD y sus actividades (anexo 2). El diseño de cada actividad de la UD estaba sujeta al formato oficial de la institución educativa en forma de guía, el cual por decisión del consejo académico debe tener un orden y unas partes que no son negociables; las partes que tendrá cada actividad son: el trabajo personal, el trabajo grupal, preguntas de reflexión metacognitiva, quiz con preguntas de selección múltiple y la autoevaluación.

La unidad didáctica se clasifica en 4 actividades descritas una por una a continuación y relacionándolas con los obstáculos obtenidos (tabla 2):

Tabla 2. Clasificación de la actividad con el obstáculo epistemológico.

CLASIFICACION ACTIVIDAD	OBSTACULO EPISTEMOLOGICO
EL ÁTOMO VS LA CÉLULA (anexo B)	1. Relación del átomo con lo biótico. 2. No se diferencia claramente entre átomos (tamaño). 3. No se diferencia entre un átomo y otro (identidad).
LA TEORÍA ATÓMICA (anexo B)	4. Se considera un átomo cuyos electrones se mueven alrededor del núcleo en la misma órbita.
NÚMEROS CUÁNTICOS (anexo B)	5. Desconocimiento de la razón por la cual los átomos tienen diferentes cantidades de electrones. 6. Desconocimiento de la posición exacta de un electrón en un átomo.
CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA (anexo B)	7. Los estudiantes desconocen totalmente que la configuración electrónica me permite organizar elementos en la tabla periódica.

En el diseño de las partes de trabajo personal y grupal que son el núcleo de acciones para generar los cambios conceptuales se tuvieron en cuenta múltiples estrategias didácticas como son: Herramientas TIC como el aula virtual del colegio, videos flash, páginas de internet con animaciones, simuladores (applets); realización de dibujos, carteleras, actividades de comparación, creación de línea de tiempo y ejercicios a desarrollar en el cuaderno.

3.4.3 Fase 3: Aplicación

A continuación en la figura 3, se mostrará el proceso de aplicación del pretest y del posttest para el grupo experimental y el grupo control; y la aplicación de la unidad didáctica para el grupo experimental.

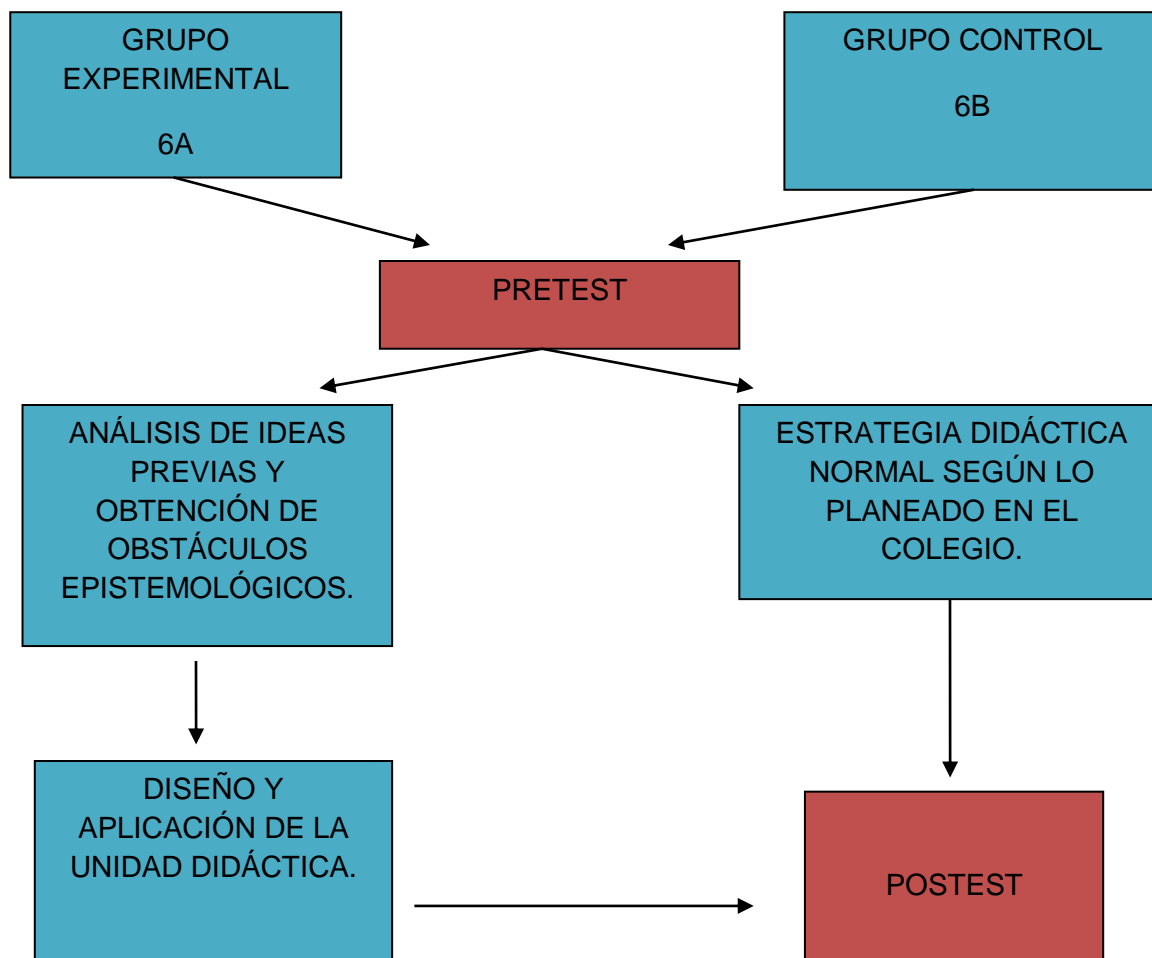


Figura 4. Aplicación del trabajo

3.4.4 Fase 4: Evaluación

La evaluación se hará mediante la obtención de datos, análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones. Los análisis de resultados del pretest y el posttest se harán mediante datos estadísticos de porcentajes y gráficos de barras; el análisis cualitativo se realizara gracias a las respuestas de los estudiantes, las cuales al ser categorizadas se convirtieron en porcentajes, y este será el fundamento para analizar el cambio conceptual. Las respuestas categorizadas quedaron de la siguiente forma:

Los datos a evaluar estarán integrados al análisis de pretest y posttest, y estos serán:

- Datos pretest grupo experimental, pregunta por pregunta para el análisis de ideas previas y obtención de obstáculos epistemológicos.
- Datos pretest grupo experimental versus pretest grupo control.
- Datos pretest grupo experimental versus posttest grupo experimental.
- Datos pretest grupo control versus posttest grupo control
- Datos posttest grupo experimental vs posttest grupo control.

4. Análisis de resultados

El trabajo de grado tiene un diseño de tipo cuasi-experimental bajo un enfoque cuantitativo por lo cual se harán comparaciones porcentuales por medio de graficas entre los pretests y postests del grupo experimental y el grupo control, en algunos momento del análisis se mostrarán evidencias de las respuestas de estudiantes para evidenciar el cambio conceptual de una idea previa a un nueva concepción, para ello se enumeraron aleatoriamente y con números (1,2,3,..) los estudiantes del grupo experimental en el pretest y el postest.

4.1 Análisis de pretest y postest

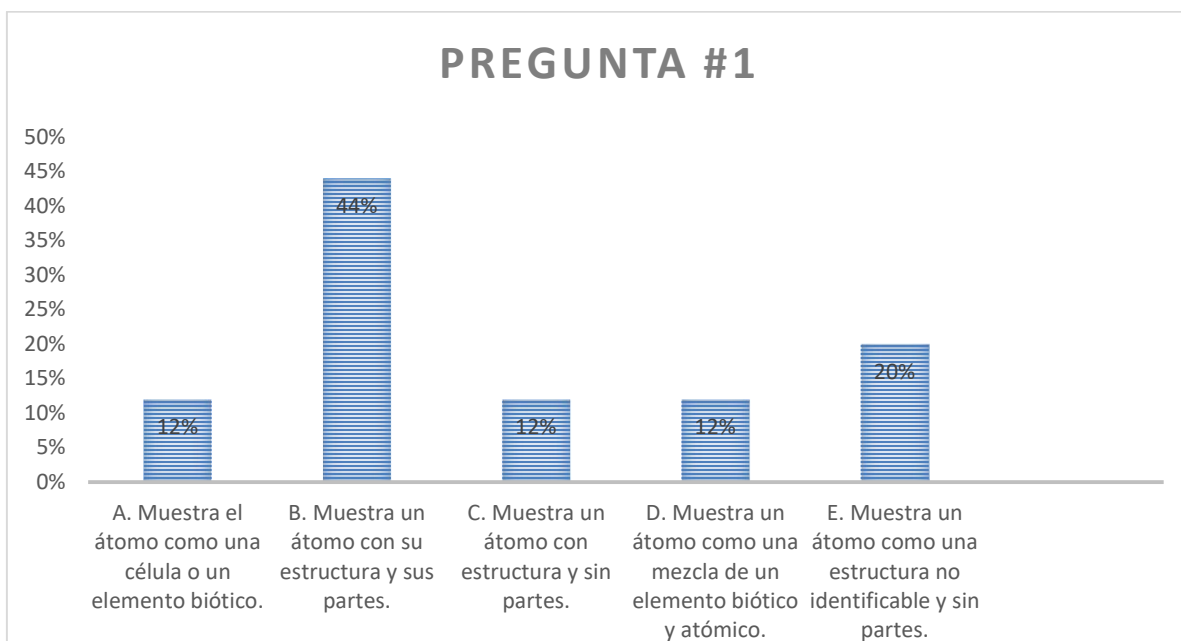
4.1.1 Análisis de datos pretest grupo experimental (6A)

Pregunta por pregunta para el análisis de ideas previas y la obtención de los obstáculos epistemológicos.

Pregunta 1

-Si pudieras ver un átomo, ¿Qué ilustración harías de esa imagen?, indica los componente que consideres hacer parte del mismo.

La pregunta tiene la intención de saber cuál es la percepción (imagen) del átomo.



Gráfica 1. Análisis pretest pregunta 1

El análisis muestra que hay un 44% de los estudiantes que tiene un conocimiento muy aproximado acerca del átomo y sus partes, mientras que un 56% relaciona un átomo como un elemento biótico o una mezcla entre lo biótico y lo atómico, o una estructura que no es identificable y sin partes, o algo que pareciera ser un átomo pero no tiene partes que lo identifiquen. En conclusión, hay un alto porcentaje de estudiantes que tienen una idea muy próxima a un átomo pero hay un alto porcentaje de estudiantes que lo relaciona como un componente biótico.

Teniendo en cuenta a Galagovsky, L., Rodríguez, M. & Stamati, N. (2003) conceptos como átomo, molécula, orbital, protón, etc. son ideas que no se pueden percibir tangiblemente sino que son abstractos; por esta razón es más fácil para algunos estudiantes relacionar dichos conceptos con cosas con las cuales interactúan más como lo es la naturaleza.

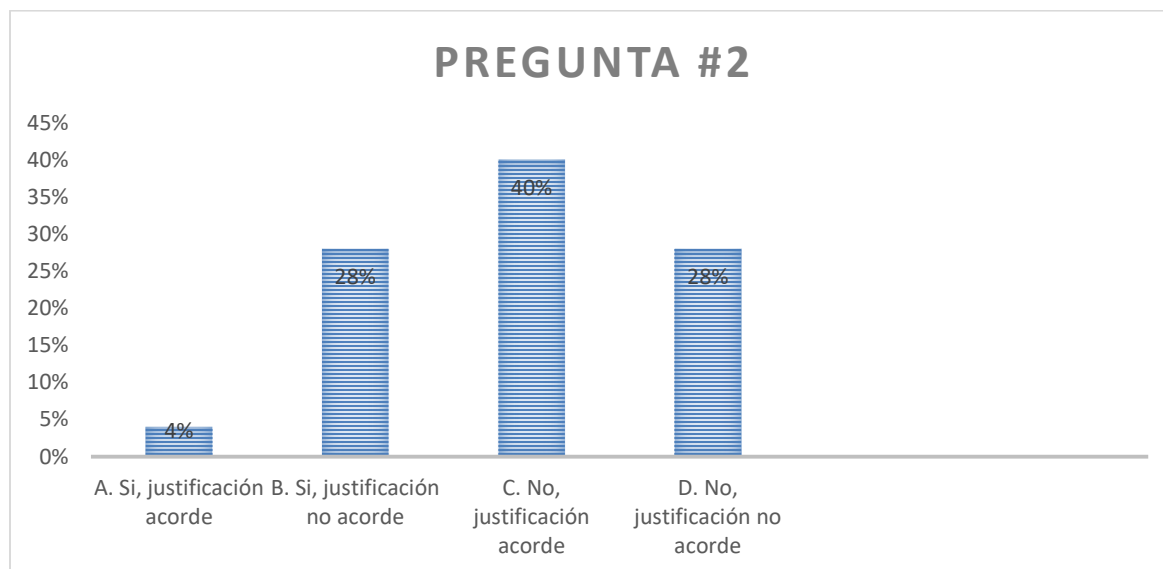
Al hacer el análisis de la pregunta 1 se identificó un primer obstáculo epistemológico:

OBSTÁCULO 1: RELACIÓN DEL ÁTOMO CON LO BIÓTICO

Pregunta 2

-¿Crees que todos los átomos tienen el mismo tamaño? Justifica tu respuesta.

La pregunta tiene como propósito indagar en los estudiantes acerca del tamaño del átomo, y los resultados para esta pregunta son:



Gráfica 2. Análisis pretest pregunta 2

Con respecto al tamaño de los átomos los estudiantes tienen variadas opiniones, algunos consideran que los átomos todos tienen el mismo tamaño, otros consideran que no son del mismo tamaño, las opiniones de los estudiantes están muy divididas. Un alto porcentaje de los estudiantes dice que los átomos no tienen el mismo tamaño y plantean justificaciones acordes o muy cercanas a estar correctas, sin embargo, un 32% de los estudiantes considera que si tienen el mismo tamaño y plantean múltiples justificaciones y es allí donde se evidencian unas ideas previas que son el resultado de experiencias personales a lo largo de su vida y que pueden ser obstáculos para la adquisición de un nuevo conocimiento.

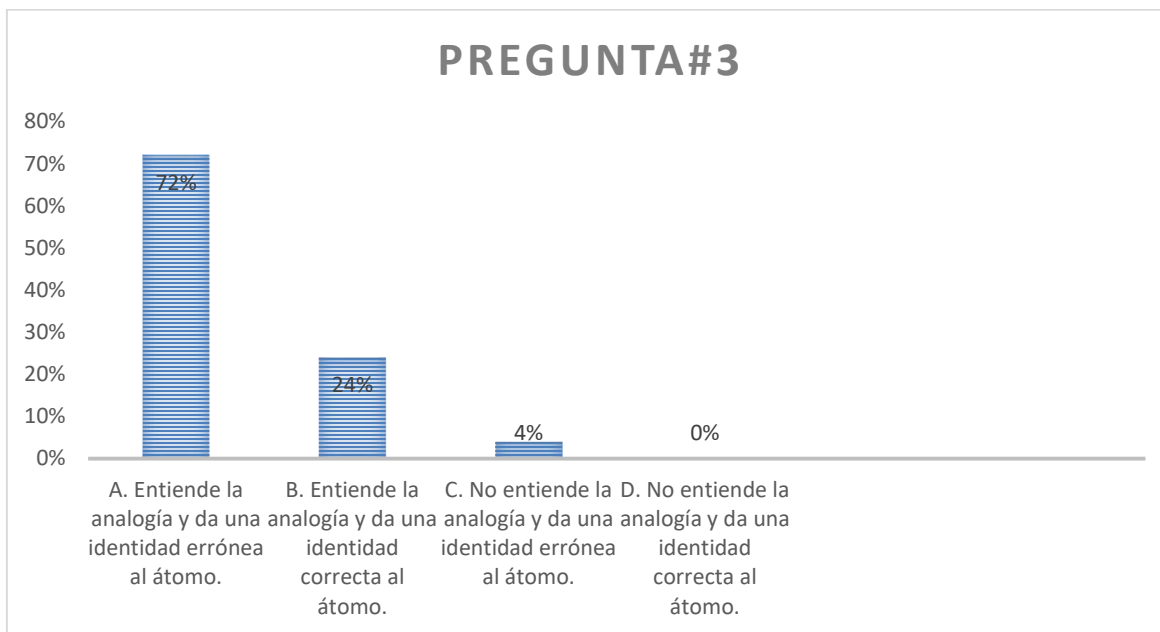
Al analizar los resultados de la pregunta se obtuvo el siguiente obstáculo epistemológico que tiene que ver con la confusión de muchos estudiantes con respecto al tamaño que tienen los átomos:

OBSTÁCULO: NO SE DIFERENCIA CLARAMENTE ENTRE ÁTOMOS (TAMAÑO).

Pregunta 3

-Los seres humanos tenemos aspectos biológicos que nos permiten identificarnos y ser diferentes a los demás como lo es la huella dactilar, el ADN, la retina... ¿Cuál crees que sea la característica que permite identificar a los átomos?

La pregunta tiene el propósito de indagar acerca de la identidad del átomo, y los resultados obtenidos fueron:



Gráfica 3. Análisis pretest pregunta 3

La identidad del átomo se dio a través de una analogía de unos factores biológicos en los seres humanos que lo identifican. Los estudiantes en un alto porcentaje, el 72% comprendieron la analogía acerca del concepto “identidad” pero la forma de dar razón de la misma en cuanto al átomo fue errónea, sin embargo, hay otro porcentaje (24%) que también comprendieron la analogía y acertaron con respecto a lo que identifica un átomo, y al final un porcentaje bajo de estudiantes (4%) no pudo comprender la analogía y no pudo dar la identidad del átomo.

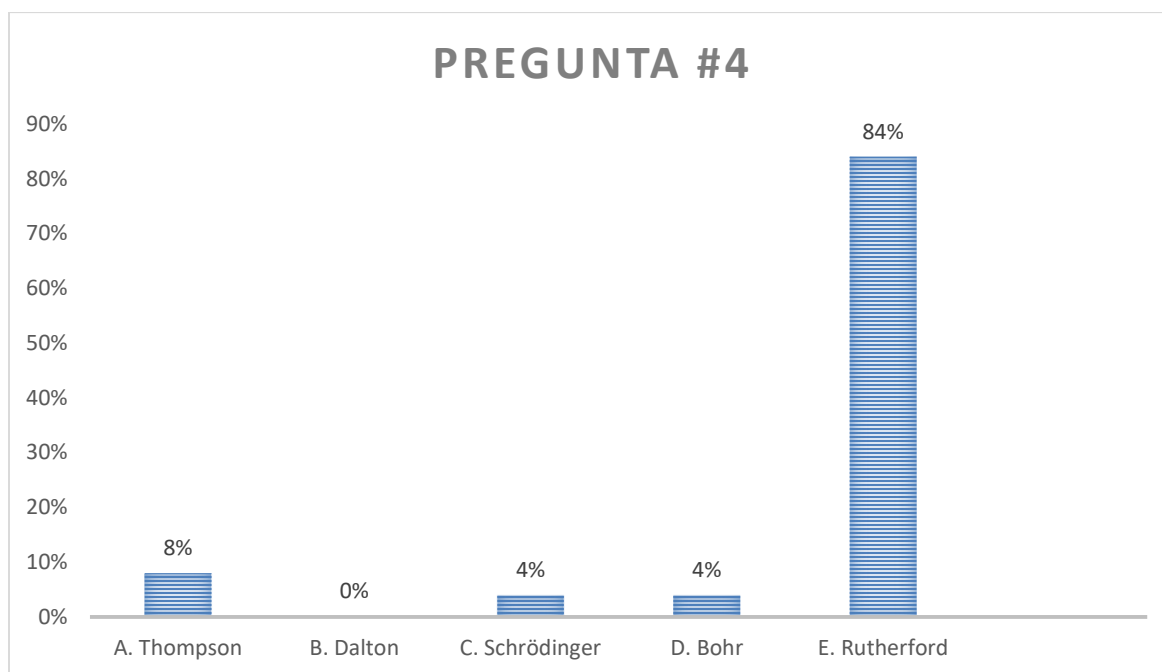
Esto indica que los estudiantes comprenden el concepto de identidad pero desconocen la forma en que un átomo se puede diferenciar de los otros. El obstáculo epistemológico identificado para esta pregunta fue:

OBSTÁCULO: NO SE DIFERENCIA ENTRE UN ÁTOMO Y OTRO (IDENTIDAD).

Pregunta 4

-El estudiante debe marcar con una X la imagen que considera representa mejor un átomo, hay imágenes de modelos atómicos de: Thompson, Dalton, Schrödinger (En representación del modelo actual), Bohr y Rutherford.

La pregunta tiene la intención de ver que representación (modelo atómico) representa mejor la idea previa del estudiante, los resultados de los datos obtenidos son:



Gráfica 4. Análisis Pretest pregunta 4

Un muy alto porcentaje de los estudiantes (84%) considera que el modelo atómico que mejor representa su imagen de átomo es el modelo de Rutherford, esto probablemente debido al uso continuo de este modelo en dibujos animados, películas, series de televisión, propagandas, libros, entre otros, que hacen parte de la experiencia y de la interacción que tienen con el medio que les permite generar esta idea mental de átomo, tal y como lo planteo Kind (2004), ver para creer, en donde se evidencia que el contacto físico y constante con algo, genera el creer en ese algo.

A su vez, este modelo de átomo de Rutherford tiene la intencionalidad de mostrar un átomo más dinámico y en constante movimiento, sin embargo, hay un desconocimiento de la teoría alrededor de este modelo.

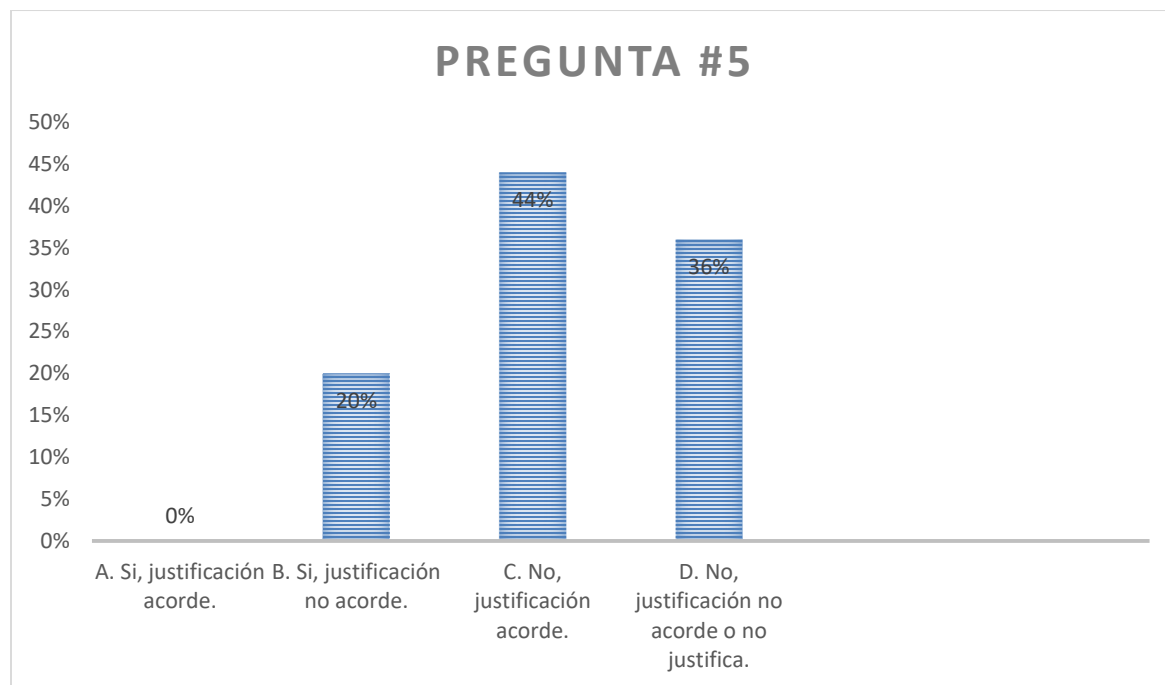
Al realizar el análisis de las ideas previas de los estudiantes, se obtuvo el siguiente obstáculo epistemológico.

OBSTÁCULO: SE CONSIDERA UN ÁTOMO CUYOS ELECTRONES SE MUEVEN ALREDEDOR DEL NÚCLEO EN LA MISMA ORBITA.

Pregunta 5

-La cantidad de electrones ¿será la misma para todos los átomos? Justifica tu respuesta.

La pregunta tiene el propósito de saber en los estudiantes si la cantidad de electrones en todos los átomos es la misma, los resultados de los datos obtenidos son:



Gráfica 5. Análisis pretest pregunta 5

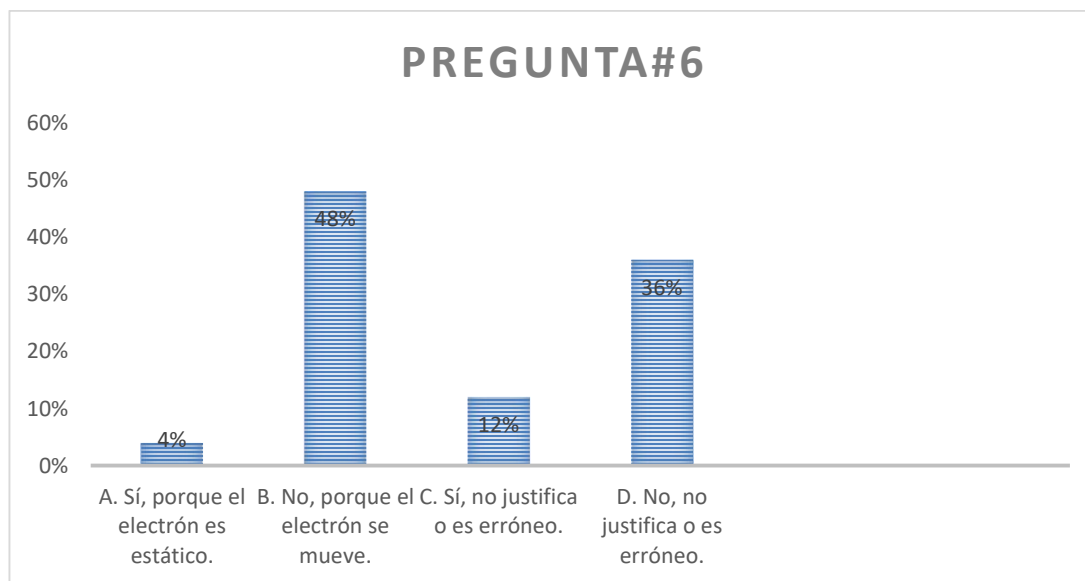
Un porcentaje considerable de estudiantes (20%) considera que todos los átomos tienen la misma cantidad de electrones, justificando el hecho de que si son átomos son iguales y que todos tienen lo mismo en la mismas cantidades, por otro lado, un 80% dice que los átomos tienen diferente número de electrones, lo cual es un punto de partida muy bueno para el docente, sin embargo, de este porcentaje considera que tienen diferente número de electrones es debido a la variedad que tiene la materia, es decir, los objetos en general son diferentes, Pozo (1996) explica que una de las formas de obtener ideas es la sensorial y es por ello que los estudiantes al percibir la diversidad de la materia pueden llegar a concluir acerca de la diferencia en la cantidad de electrones. Al hacer el análisis respectivo de la pregunta se llegó al siguiente obstáculo epistemológico:

OBSTÁCULO: DESCONOCIMIENTO DE LA RAZÓN POR LA CUAL LOS ÁTOMOS TIENEN DIFERENTES CANTIDADES DE ELECTRONES.

Pregunta 6

-¿Consideras que los electrones están ubicados siempre en el mismo lugar, en el átomo? Justifica tu respuesta.

La pregunta tiene la intención de saber si los estudiantes saben acerca del dinamismo de los electrones, los resultados de los datos obtenidos son:



Gráfica 6. Análisis pretest pregunta 6

En cuanto a la pregunta que indaga acerca de la ubicación de los electrones en el átomo, un alto porcentaje de los estudiantes (84%) indica que los átomos no están siempre en el mismo lugar a razón de que se están moviendo constantemente, otro alto porcentaje de estudiantes piensa que no están siempre en el mismo lugar pero que no saben el porqué; otro grupo de estudiantes indica que si está en el mismo lugar porque es estático. Esto puede indicar que los estudiantes en su mayoría al considerar el átomo de Rutherford como su modelo atómico, hace que vean un átomo con unos electrones en movimiento pero siempre en la misma orbita (a lo que consideran estar siempre en el mismo lugar).

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E. y Burdge, J.R. (2004) plantean como los electrones no se comportan de alguna forma parecida a lo que tenemos en el mundo visible, esto puede ser una explicación del porqué los estudiantes no entienden la dinámica de un electrón. El análisis de la pregunta obtuvo el siguiente obstáculo epistemológico.

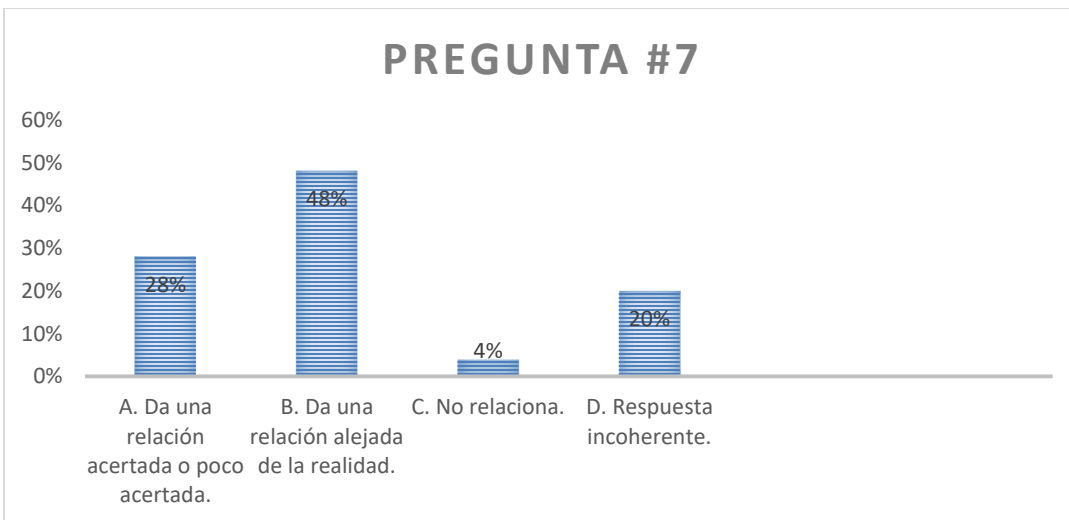
OBSTÁCULO: DESCONOCIMIENTO DE UN POSIBLE LUGAR EN DONDE PUEDE ESTAR EL ELECTRÓN EN UN MOMENTO DETERMINADO.

Pregunta 7

-Hay una relación estrecha entre la forma como están distribuidos los electrones en los átomos y la tabla periódica de los elementos ¿Cuál podría ser esa relación?

La pregunta busca saber de los estudiantes si saben qué relación tiene la distribución de electrones en el átomo con la tabla periódica de los elementos, los resultados de los datos obtenidos son:

Los estudiantes en un 72% no tiene ni la menor idea acerca de qué relación puede haber entre la distribución de electrones en un átomo y la tabla periódica, esta relación coincide con la relación encontrada por Osorio, A.A. (2005) que habla de un 65% de estudiantes que no saben la relación entre la configuración electrónica y la tabla periódica, esto era de esperarse debido al poco acercamiento que han tenido a las características, propiedades y organización de la tabla periódica, por otro lado, hay una cantidad de estudiantes que se aproximan a la relación diciendo que en la tabla se encuentra el número de electrones (grafica 7).

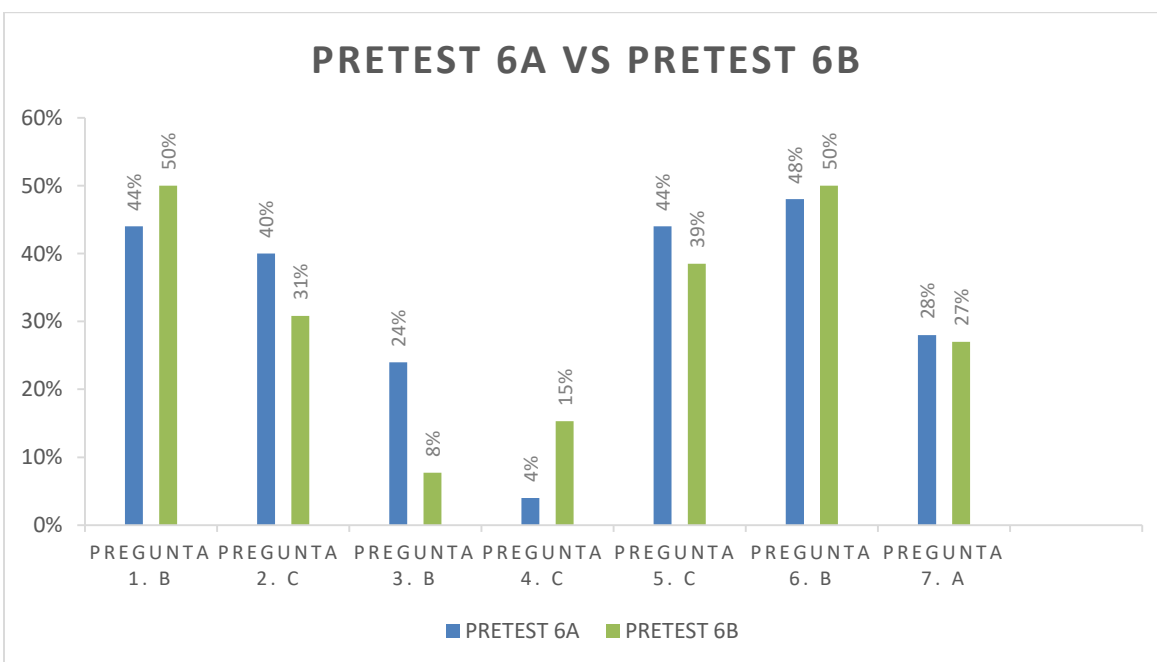


Gráfica 7. Análisis pretest pregunta 7

Al hacer el análisis de la pregunta se obtuvo el siguiente obstáculo epistemológico:

OBSTÁCULO: LOS ESTUDIANTES DESCONOCEN TOTALMENTE QUE LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA ME PERMITE ORGANIZAR ELEMENTOS EN LA TABLA PERIÓDICA.

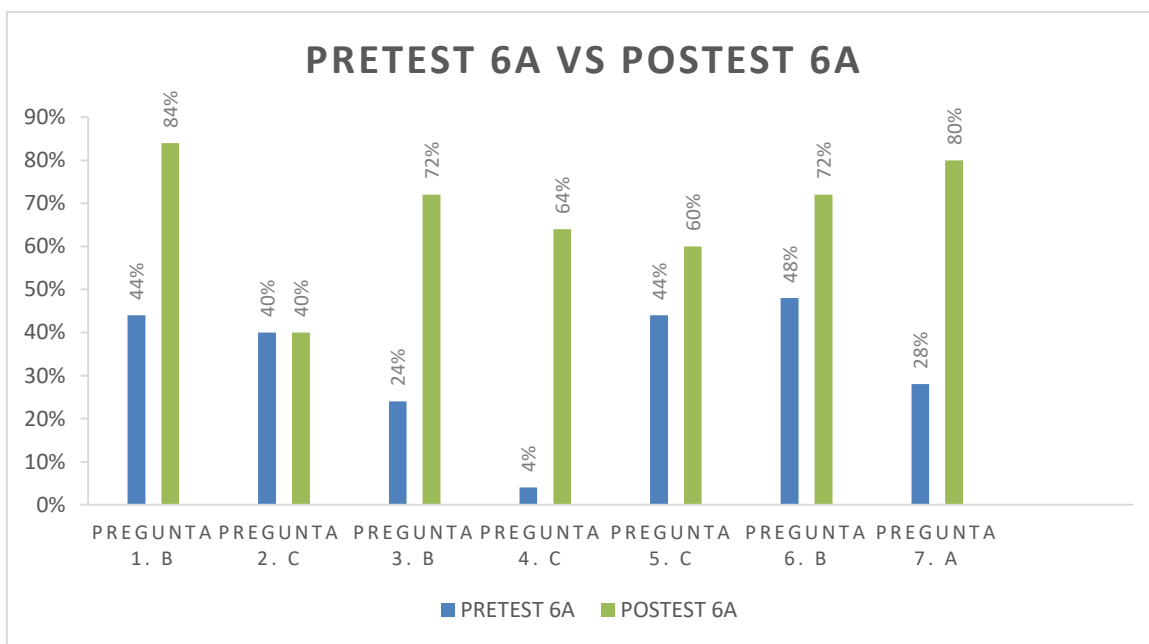
4.1.2 Análisis de pretest grupo experimental (6A) vs pretest grupo control (6B)



Gráfica 8. Análisis pretest 6A vs pretest 6B

Los datos obtenidos al aplicarse el pretest tanto al grupo experimental como al grupo control muestran a nivel general que no hay una gran diferencia en cuanto a porcentajes de preguntas acertadas, lo cual demuestra una tendencia a tener ideas previas muy similares; esto puede deberse a lo planteado por (Pozo, 1996) con respecto a las diferentes formas de adquirir ideas previas de los estudiantes en las ciencias naturales; de forma sensorial, cultural y escolar. De estas tres la cultural y escolar son las que más tienen en común debido a que son estudiantes que culturalmente han sido afectados de la misma manera y han estudiado juntos casi toda la vida, lo cual permite que se hayan obtenido similitud de conocimientos e ideas previas del átomo y su dinámica. Es un porcentaje interesante de estudiantes con ideas buenas y de las cuales se puede partir para fortalecer sus conocimientos acerca del átomo.

4.1.3 Análisis de datos pretest vs postest grupo experimental (6A)



Gráfica 9. Análisis pretest 6A vs posttest 6A

Los resultados obtenidos en la gráfica acerca de la comparación entre el pretest y el posttest del grupo experimental evidencia unos excelentes resultados en cuanto al porcentaje de estudiantes con preguntas acertadas correctamente y con una justificación teórica aceptada. Los resultados se pueden explicar gracias a la

aplicación de la UD propuesta por Tamayo et al. (20011) donde se integra la revisión teórica-histórica del concepto, con las ideas previas, la metacognición dando como resultado un cambio conceptual, el cual se muestra a continuación pregunta por pregunta por parte de algunos estudiantes.

Pregunta 1

Si pudieras ver un átomo, ¿Qué ilustración harías de esa imagen?, indica los componente que consideres hacer parte del mismo. Esta fue la respuesta del **estudiante 6** del pretest y del posttest.

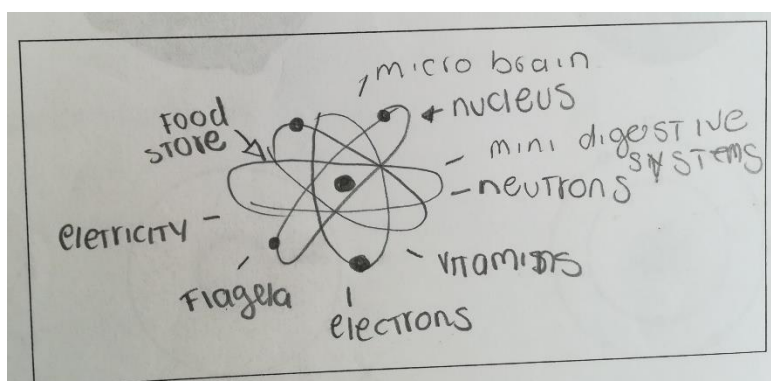


Figura 5. Pregunta 1 pretest estudiante 6.

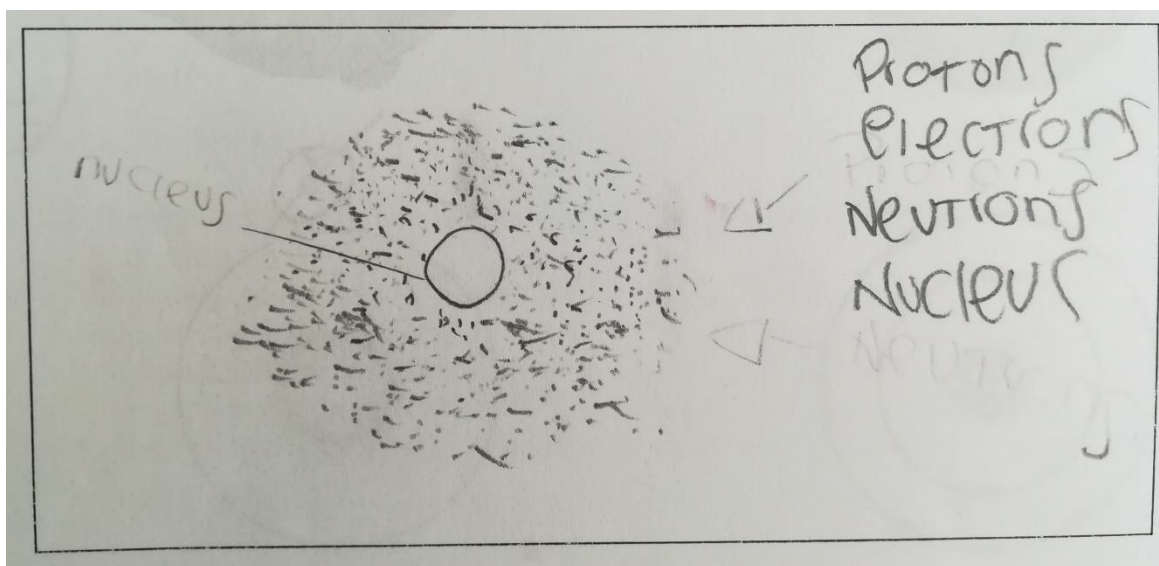


Figura 6. Pregunta 1 posttest estudiante 6.

Al observar las respuestas del **estudiante 6** se puede ver como la imagen mental fue transformada, donde su idea previa mostraba un átomo como una mezcla de lo atómico con lo biótico y en el posttest muestra un átomo con sus partes, lo cual evidencia el cambio conceptual. En esta pregunta el 84% de los estudiantes demostraron como su imagen mental fue en transformada en algunos casos y en otros reforzada. Esto confirma la idea de Martínez (2004) donde en los estudiantes sufren un proceso de “acomodación” mental de la idea de átomo donde la nueva idea satisface y la antigua no, un nuevo concepto con nuevas formas de explicación y esto da pie al cambio conceptual.

Pregunta 2

¿Crees que todos los átomos tienen el mismo tamaño? Justifica tu respuesta.

La respuesta del **estudiante 2** fue:

2. Do you think that all atoms have the same size? Justify your answer.
 no, because every thing is made up of atoms so animals, humans and plants, have different atoms.

Figura 7. Pregunta 2 pretest estudiante 2.

2. Do you think that all atoms have the same size? Justify your answer.
 no, because the atoms have different number of orbits and electrons an atom number.

Figura 8. Pregunta 2 posttest estudiante 2.

El **estudiante 2** en ambos momentos afirmo que los átomos no tenían el mismo tamaño, lo cual es cierto, lo que hace diferente el antes y el después es su justificación, donde se muestra un posttest con argumentaciones mucho más sólidas y establecidas con respecto al tamaño del átomo, muestra evidencia al utilizar un discurso con conceptos químicos que le apoyan en su argumentación.

A nivel general el grupo no tuvo un cambio en cuanto al porcentaje de estudiantes con respuesta acertada, pero se pudo evidenciar la riqueza de los argumentos obtenidos por parte de ese 40%, esto se puede explicar desde la teoría de los obstáculos epistemológicos propuesta por Bachelard (1993) donde establece que las ideas previas no son necesariamente erróneas del todo y que pueden ser un punto de partida para ser fortalecida y enriquecida lo cual fue demostrado en los resultados de esta pregunta donde en el posttest se evidencio un enriquecimiento de la argumentación con conceptos teóricos a sus respuestas.

Pregunta 3

-Los seres humanos tenemos aspectos biológicos que nos permiten identificarnos y ser diferentes a los demás como lo es la huella dactilar, el ADN, la retina... ¿Cuál crees que sea la característica que permite identificar a los átomos?; El **estudiante 14** responde de la siguiente manera:

3. All human beings have biological aspects that identify themselves and make them different from others. Some of this characteristics are the finger prints, DNA, the Retina...which is the characteristic you consider identifies the atoms?
 The protons and electrons sides and I think that
 the DNA

Figura 9. Pregunta 3 posttest estudiante 14.



3. All human beings have biological aspects that identify themselves and make them different from others. Some of this characteristics are the finger prints, DNA, the Retina...which is the characteristic you consider identifies the atoms?
 the electrons and protons

Figura 10. Pregunta 3 posttest estudiante 14.

En ambos momentos el **estudiante 14** demuestra que entiende la analogía, la diferencia radica en el momento de dar la razón por la cual se identifica el átomo; el pretest el estudiante incluyo al ADN como parte de la identidad de un átomo y en el segundo momento si bien incluyo a los electrones como parte de la identidad atómica es comprensible y aceptable pues cuando se habla de un átomo neutro

tiene igual cantidad de protones que de electrones y esto es un conocimiento que el docente puede aprovechar como punto de partida en un futuro. En esta pregunta el 72% de los estudiantes acertaron en la identidad del átomo.

Pregunta 4

-El estudiante debe marcar con una X la imagen que considera representa mejor un átomo, hay imágenes de modelos atómicos de: Thompson, Dalton, Schrödinger (En representación del modelo actual), Bohr y Rutherford. El **estudiante 17** marco de la siguiente manera en el pretest y el postest.

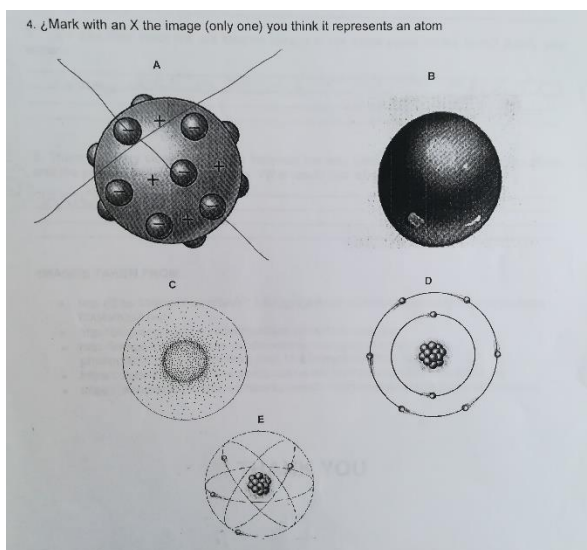
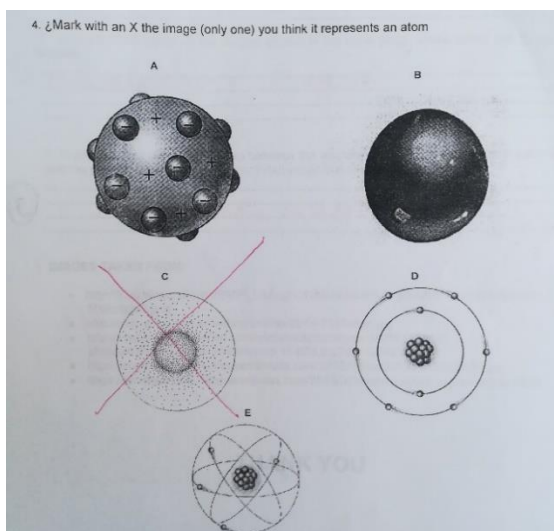


Figura 11. Pregunta 4 pretest estudiante 17.



Figura 12. Pregunta 4 posttest estudiante 17.



El estudiante muestra un cambio conceptual con respecto a la representación del modelo atómico, pasando de Thompson a Schrödinger. A nivel general, el porcentaje de estudiantes con respuesta acertada en el pretest fue del 4% y en el posttest fue del 64%, lo cual evidencia un enorme cambio en cuanto a la representación del modelo atómico, esto gracias al enriquecimiento conceptual teórico de los modelos y que fundamentan una nueva concepción de átomo.

Pregunta 5

-La cantidad de electrones ¿será la misma para todos los átomos? Justifica tu respuesta. El **estudiante 5** respondió:

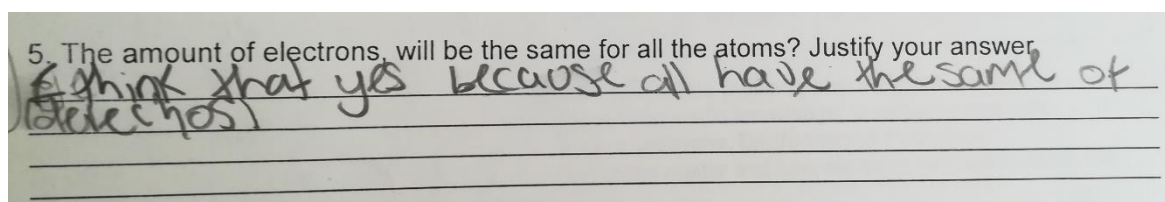


Figura 13. Pregunta 5 pretest estudiante 5.

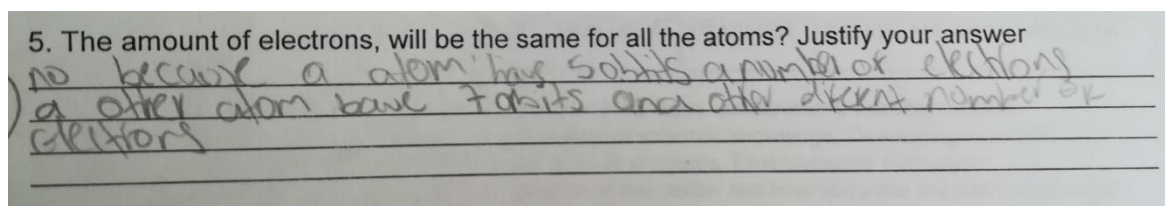


Figura 14. Pregunta 5 posttest estudiante 5.

Con respecto a la cantidad de electrones en los átomos el estudiante 5 en el pretest respondió que todos los átomos tenían la misma cantidad de electrones y su razón es que todos tienen los mismos derechos y al ver su respuesta en el posttest no solo dijo que los átomos no tenían la misma cantidad de electrones sino que su justificación fue más profunda y utilizando terminología propia del tema, Martínez (2004), establece que en este caso hubo una revisión mental de la forma como estaba el conocimiento y se dio una reestructuración pasando a otra categoría, la que le permitió dar argumentar con mayor claridad. Un 60% de los estudiantes acertaron correctamente en esta pregunta en el posttest comparado con un 44% en el pretest.

Pregunta 6

-¿Consideras que los electrones están ubicados siempre en el mismo lugar, en el átomo? Justifica tu respuesta. El **estudiante 8** respondió así:

6. ¿Do you think electrons are located always in the same place, in the atom? Justify your answer.

NO, because they have movement and they can move

Figura 15. Pregunta 6 posttest estudiante 8.



6. ¿Do you think electrons are located always in the same place, in the atom? Justify your answer.

NO, because they move around the nucleus moving

Figura 16. Pregunta 6 posttest estudiante 8.

El **estudiante 8** con respecto a la ubicación de los electrones, tuvo unas respuestas muy parecidas entre el pretest y el posttest, la diferencia está en que en el posttest se aproxima más al lugar exacto donde están los electrones en movimiento alrededor del núcleo. Nuevamente se puede ver un estudiante con estructuras de pensamiento más establecidas con respecto al concepto de átomo y su dinámica electrónica. A nivel general el 72% de los estudiantes obtuvieron esta respuesta con una justificación correcta en el posttest con respecto al 48% del pretest; esta enorme diferencia entre el pretest y posttest da razón del cambio conceptual acerca del dinamismo del electrón y su posible ubicación en un átomo.

Pregunta 7

-Hay una relación estrecha entre la forma como están distribuidos los electrones en los átomos y la tabla periódica de los elementos ¿Cuál podría ser esa relación?

El **estudiante 20** respondió de la siguiente manera:

7. There is a very close relationship between the way electrons are distributed in the atoms and the periodic table of the elements. What would that relationship be?

The elements of the atom are in the periodic table

Figura 17. Pregunta 7 posttest estudiante 20.



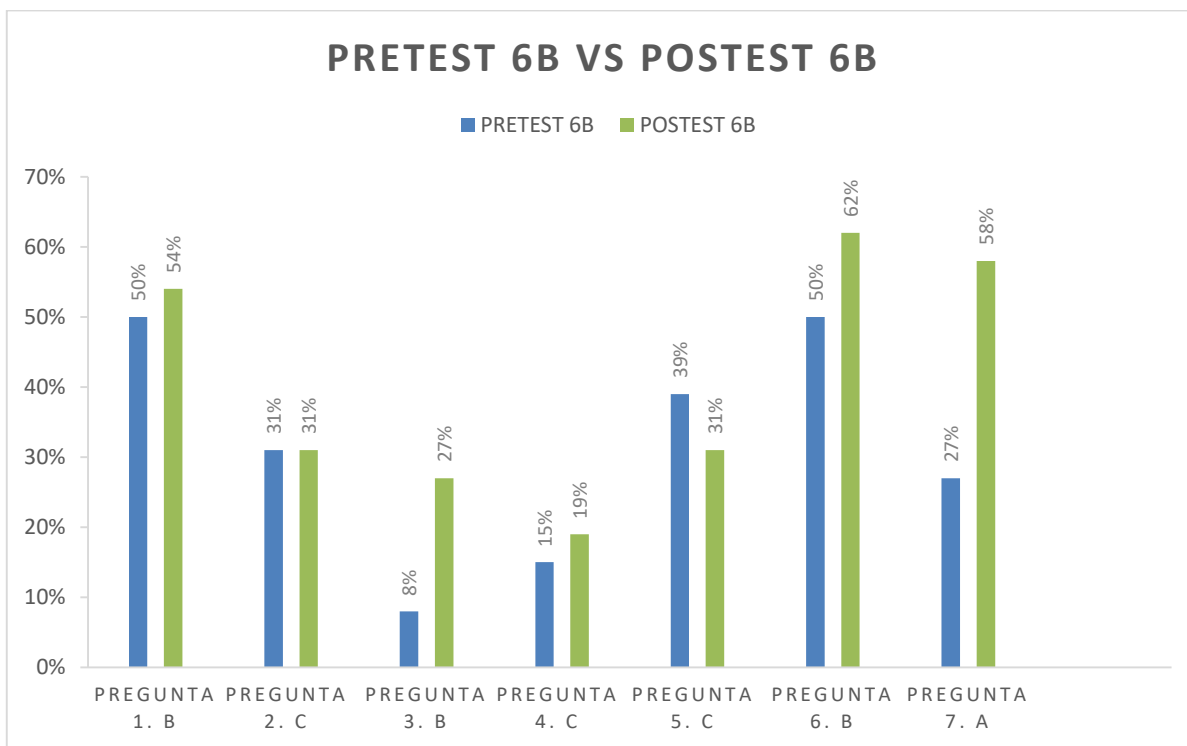
7. There is a very close relationship between the way electrons are distributed in the atoms and the periodic table of the elements. What would that relationship be?

The group and the period

Figura 18. Pregunta 7 posttest estudiante 20.

El **estudiante 20** muestra como su pensamiento acerca de la forma como se relaciona la tabla periódica y la forma como se distribuyen los electrones en el átomo ha cambiado, inicialmente consideraba que los elementos de un átomo estaban en la tabla periódica, en el posttest define claramente que la distribución de electrones establece el grupo y el periodo en la tabla periódica; esto da razón del cambio conceptual en el estudiante y la gran mayoría de sus compañeros, puesto que el 80% de los estudiantes en el posttest lograron comprender esta relación. Estas nuevas concepciones acerca de la relación que tiene la configuración electrónica con la tabla periódica son de gran ayuda para que en un futuro los estudiantes pueden predecir propiedades periódicas de los elementos y sus posibles interacciones para conformar toda la materia, específicamente el tema de enlaces químicos. También los estudiantes demuestran cómo se da un cambio de categoría del conocimiento de menor profundidad a uno de mayor, el **estudiante 20** inicialmente establece que los elementos están en la tabla periódica, lo cual está bien, pero posteriormente muestra como no solo los elementos están allí sino que muestran una relación de ubicación aún más específica, la del grupo y periodo y esto obteniéndose de analizar la configuración electrónica de los elementos.

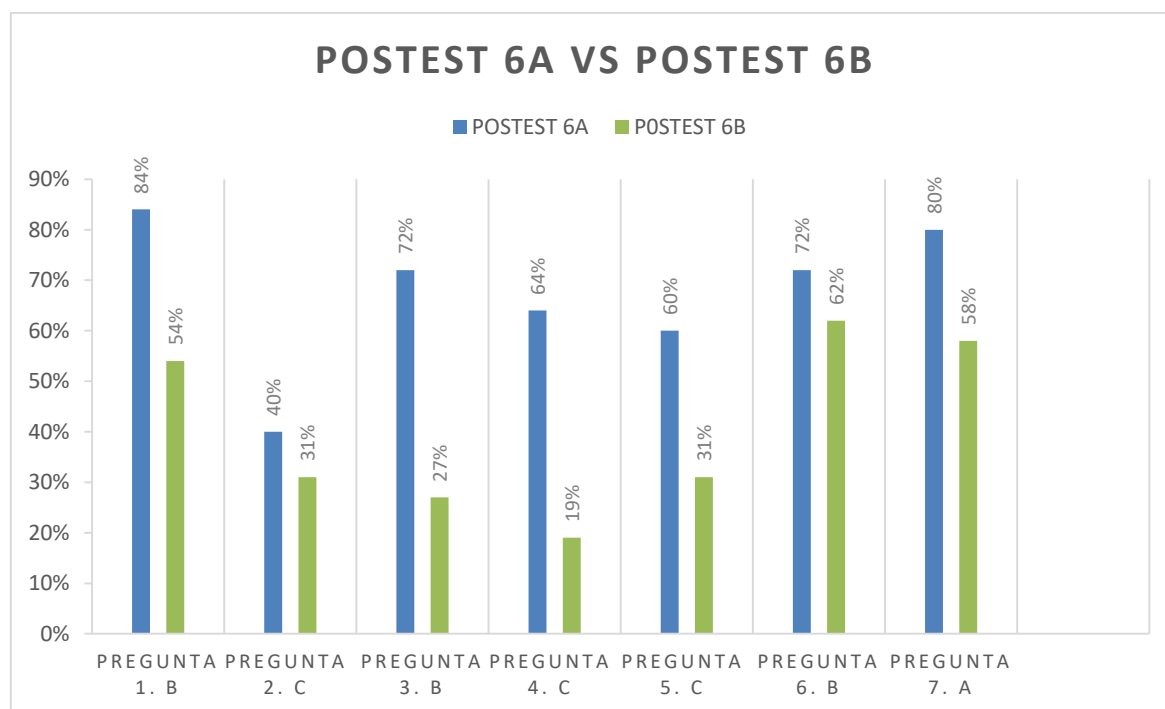
4.1.4 Análisis de datos pretest vs postest grupo control (B)



Gráfica 10. Análisis pretest 6B vs postest 6B

Al comparar el pretest con el postest del grupo control, al cual se le aplicó el proceso de enseñanza-aprendizaje normal como se ha venido planeando en el colegio, se puede observar que no hay gran diferencia entre los porcentajes de estudiantes que respondieron las preguntas correctamente, solo en la pregunta 3 y la pregunta 7 muestran avances significativos con respecto al inicial. Es importante resaltar que en ninguno de los porcentajes del postest se supera el 62% lo cual muestra que no muchos de los estudiantes lograron un cambio conceptual con respecto al inicial. Llama la atención que en la pregunta 4 el porcentaje del pretest fue mayor al del postest siendo 39% y 31% respectivamente. Este resultado llama la atención de mi propio quehacer como docente, pues si estos resultados son una constante en mi práctica docente, entonces, no estoy cumpliendo con mi deber de generar cambios conceptuales, esto me invita a reflexionar, a tomar decisiones y a reinventarme como docente en cuanto a las metodologías y estrategias que se han venido implementando.

4.1.5 Análisis de datos postest grupo experimental (6A) vs postest grupo control (6B)



Gráfica 11. Análisis Postest 6A vs Postest 6B

Al analizar los resultados finales del grupo experimental 6A al cual se le aplicó la estrategia didáctica (UD) y del grupo control 6B al cual se le aplicó un proceso de enseñanza-aprendizaje normal como se ha planeado en la institución, se evidencia una gran diferencia a nivel general en cuanto a estudiantes que respondieron acertadamente en las preguntas (estudiantes pertenecientes al grupo experimental); también se pudo ver en los postests del grupo experimental que sus respuestas eran argumentadas con conceptos teóricos y un lenguaje apropiado para justificar su respuesta, prueba de ello es que en todas las preguntas el grupo experimental obtuvo mejores resultados que el grupo control. La respuesta que alcanzó mayor porcentaje fue la pregunta 1 con un 84% equivalente a 21 estudiantes de 25 estudiantes pertenecientes al grupo 6A, en esta misma pregunta el grupo 6B alcanzó 54% equivalente a 14 estudiantes de 26 estudiantes pertenecientes a este grupo; la pregunta de menor porcentaje en el grupo experimental fue la pregunta 2 con un porcentaje de 40% y equivalente a 10 estudiantes, de hecho, fue la única pregunta

con un porcentaje menor a 60%, en esta misma pregunta el grupo control obtuvo un 31% equivalente a 8 estudiantes, esta pregunta tenía como énfasis indagar la idea de tamaño atómico. Moreno & Guarín (2010) con respecto a las nociones cuánticas afirmaron que: “Las ideas de grande o pequeño son relativas, es decir, algo es pequeño en relación con algo que es grande, y un sistema pequeño al interactuar con uno grande le produce una perturbación despreciable” (p.2), quizás es por esta razón que esa idea de tamaño se resiste al cambio y con la cual se debe seguir trabajando para lograr un cambio conceptual en los estudiantes.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El instrumento de ideas previas es una herramienta muy útil para la exploración de los conocimientos previos de un estudiante con respecto a un concepto específico, estas ideas son información acerca de los posibles obstáculos epistemológicos que tienen los estudiantes, esto es un insumo muy importante que le permite al docente utilizar esos conocimientos como base para el desarrollo de su planeación y así enfocarse en los cambios conceptuales que sean necesarios en su contexto.

El diseño de la unidad didáctica partiendo de los obstáculos epistemológicos, le da posibilidad al docente de utilizar las mejores herramientas didácticas que considere necesarias para la intervención de los obstáculos, esto le permite ser más específico en cuanto a la consecución del cambio conceptual, todo esto ligado a la reflexión metacognitiva le convierte a la unidad de didáctica en una herramienta efectiva para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

Los resultados comparativos entre el grupo experimental y el grupo control en el postest mostraron como la unidad didáctica incidió efectivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de configuración electrónica, gracias a que se evidenciaron cambios conceptuales significativos en los estudiantes; estos resultados se deben a que se tuvieron en cuenta las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los obstáculos epistemológicos y la historia y epistemología del concepto configuración electrónica, siendo estas las características que se tuvieron en cuenta para el diseño y aplicación de la unidad didáctica. A su vez, los resultados obtenidos en el postest del grupo control me hicieron un llamado de atención acerca

de mi práctica docente en el aula y me incitan a renovar, actualizar y contextualizar mi labor docente para así obtener mejores resultados, siendo la unidad didáctica la primera posibilidad de innovación en mi quehacer docente.

Enseñar acerca de la configuración electrónica a los estudiantes es muy complejo, esto debido a que es un concepto muy abstracto y lo es más aún si hablamos de un grupo de estudiantes que apenas están comenzando su educación secundaria, sin embargo, los estudiantes se mostraron muy activos y participativos durante la aplicación de la unidad didáctica, esto gracias a las diferentes herramientas didácticas que se les brindaron a la hora de la realización de las actividades, generando que estuvieran emocionalmente más vinculados en la consecución del conocimiento acerca de la configuración electrónica.

5.2 Recomendaciones

Elaboración de planeaciones de clases partiendo de un test de ideas previas que le permitan al docente identificar posibles obstáculos epistemológicos y así poder planear un conjunto de actividades que les facilite a los estudiantes cambiar conceptualmente.

Las actividades a desarrollar en la unidad didáctica deben ser actividades que integren muchas estrategias didácticas que le faciliten al estudiante la comprensión de un concepto; las tecnologías de la información y la comunicación son de gran ayuda porque pueden ser muy dinámicas y de gran interacción, tampoco se pueden dejar de lado herramientas didácticas como la elaboración de líneas de tiempo, diagramas comparativos, mapas conceptuales, etc. Todas estas herramientas aportan enormemente en la adquisición de un nuevo conocimiento y deben ser tenidas en cuenta en nuestras prácticas docentes.

Las reflexiones metacognitivas deben ser ejercicios constantes en el aula ya que le permiten a los estudiantes tener un control de sus procesos cognitivos y evaluarlos para así hacer las modificaciones necesarias que le ayuden a la consecución de un conocimiento específico al igual que regular sus proceso de aprendizaje.

A. Anexo A: Pretest y Posttest

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 1 of 3	
---	------------------	-----------------------------------	---

SUBJECT	SCIENCE (Chemistry)	GRADE	SIXTH	YEAR	2016-2017	TEACHER	DANIEL MAURICIO ACOSTA
----------------	------------------------	--------------	-------	-------------	-----------	----------------	------------------------

PROCESS: Development of the scientific reasoning to understand, preserve and transform nature.

SUBPROCESS (ES): Construction and communication of scientific knowledge, Developing scientific investigation reasoning, Solving nature and natural science problems, Environmental Formation

STANDARD (S): Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.

Name: _____ Group: _____ Date: _____

ELECTRON CONFIGURATION PREVIOUS AND POSTEST

Here you will find some questions, please answer every question with full honesty and sincerity according to what you know. It is very important to not to let questions without answers.

1. If you could see an atom, what kind of illustration will be made by you? Show the components (parts) you consider, belongs to the atom.

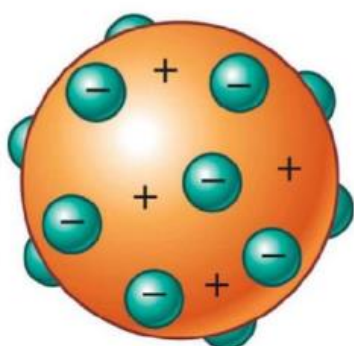
2. Do you think that all atoms have the same size? Justify your answer.

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03	
		Page 2 of 3	

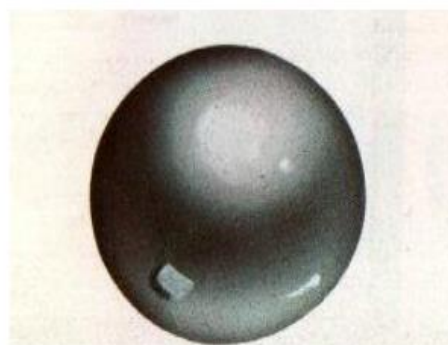
3. All human beings have biological aspects that identify themselves and make them different from others. Some of this characteristics are the finger prints, DNA, the Retina...which is the characteristic you consider identifies the atoms?

4. ¿Mark with an X the image (only one) you think it represents an atom

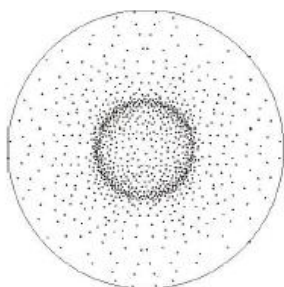
A



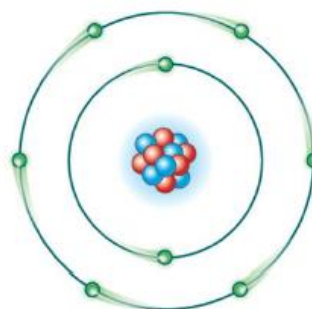
B



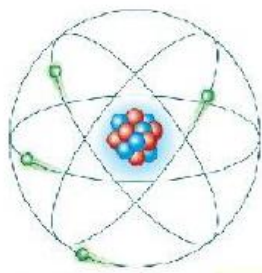
C



D



E



	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 3 of 3	
---	------------------	-----------------------------------	---

5. The amount of electrons, will be the same for all the atoms? Justify your answer

6. ¿Do you think electrons are located always in the same place, in the atom? Justify your answer.

7. There is a very close relationship between the way electrons are distributed in the atoms and the periodic table of the elements. What would that relationship be?

IMAGES TAKEN FROM:

- http://3.bp.blogspot.com/1IA0P_LAAcgVj4akBmUQXI/AAAAAAAAAJQ/CJI1oTezRI0/s1600/orbita2.png
- <http://blog.espol.edu.ec/edimros/files/2014/11/Ruther.jpg>
- <http://image.slidesharecdn.com/modelosatmicosjvsp-140121131801-phpapp02/95/modelos-atmicos-jvsp-15-638.jpg?cb=1390310385>
- <https://cienciaescolar.files.wordpress.com/2012/12/evt091016162800597.jpg>
- <https://jaimemarquez.files.wordpress.com/2010/08/modelo-actual.jpg?w=400&h=400>

THANK YOU

B. Anexo B: Unidad didáctica

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 1 of 3	
--	------------------	---------------------------------------	--

SUBJECT	SCIENCE (Chemistry)	GRADE	SIXTH	YEAR	2016-2017	TEACHER	DANIEL MAURICIO ACOSTA
----------------	------------------------	--------------	-------	-------------	-----------	----------------	------------------------

PROCESS: Development of the scientific reasoning to understand, preserve and transform nature.

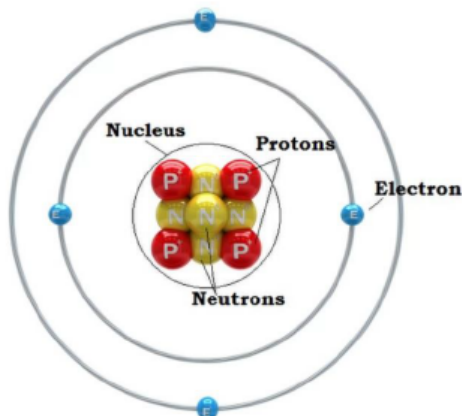
SUBPROCESS (ES): Construction and communication of scientific knowledge. Developing scientific investigation reasoning. Solving nature and natural science problems. Environmental formation.

STANDARD: Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.

Name: _____ Group: _____ Date: _____

TOPIC: THE ATOM VS THE CELL WORKSHEET #5

The Atom



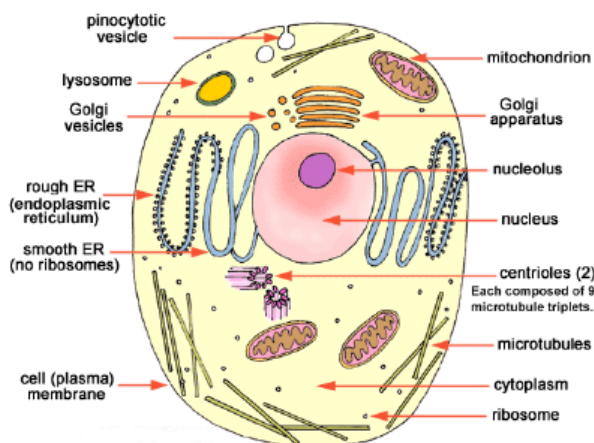
Atoms are the basic units of matter and the defining structure of elements. Atoms are made up of three particles: protons, neutrons and electrons. Protons and neutrons are heavier than electrons and reside in the center of the atom, which is called the nucleus. Electrons are extremely lightweight and exist in a cloud orbiting the nucleus. The electron cloud has a radius 10,000 times greater than the nucleus. Protons and neutrons have approximately the same mass. However, one proton weighs more than 1,800 electrons. Atoms always have an equal number of protons and electrons, and the number of protons and neutrons is usually the same as well.

Structure of a beryllium atom: four protons, four neutrons and four electrons.

Credit: [general-fm Shutterstock](#)

The Cell

The cell is the structural and functional unit of all living organisms, and is sometimes called the "building block of life." Some organisms, such as bacteria, are unicellular, consisting of a single cell. Other organisms, such as humans, are multicellular, (humans have an estimated 100 trillion cells). Each cell is at least somewhat self-contained and self-maintaining: it can take in nutrients, convert these nutrients into energy, carry out specialized functions, and reproduce as necessary. Each cell stores its own set of instructions for carrying out each of these activities.



	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 2 of 3	
---	------------------	-----------------------------------	---

PERSONAL WORK

Watch the videos posted in the virtual room in order to understand what an atom is and the differences between atoms and cells.

Links:

<https://www.youtube.com/watch?v=R1RMV5qhwYE&t=53s>

<https://www.youtube.com/watch?v=a-3l1JGW-Ck>

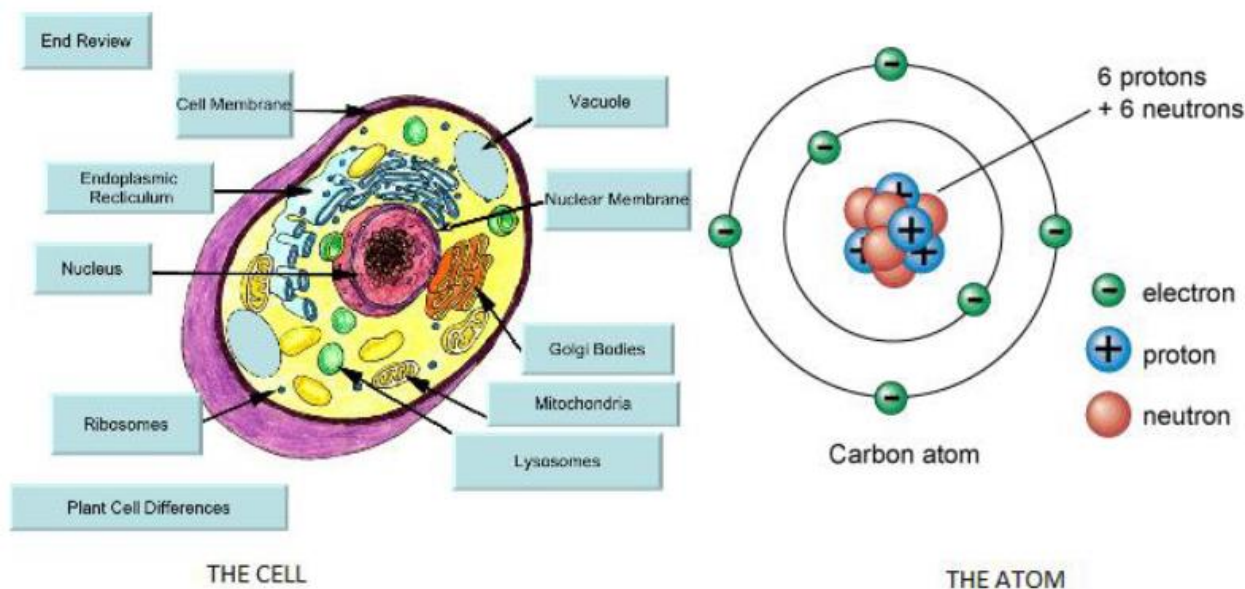
<https://www.youtube.com/watch?v=5f1QSDgnwZA>

<https://www.youtube.com/watch?v=tfDfLXnVW2N0>

Based on the videos and the previous images write in your notebook differences and similarities between atoms and cell.

GROUP WORK

- In the notebook make drawings of the atom and the cell and place the following parts in the corresponding drawing: Cell membrane, nucleus, mitochondria, protons, nuclear membrane, ribosomes, electrons, lysosomes, vacuole, neutrons, cytoplasm, and energy level.



	WORKSHEET	Code PGF-03-R03	
		Page 3 of 3	

- Using an electronic device look up the definition for the following concepts:

Atomic Number- Atomic Mass

Metacognitive questions

Answer the following personal questions in your notebook.

- Is this similar to a previous task?
- What worked well?
- Can I apply this to other situations?
- Who can I ask for Help?
- Did I achieve the goal of the worksheet?

QUIZ

1. The mass number of Francium is

- a) 233 amu
- b) 343 amu
- c) 223 amu
- d) 232 amu

2. What is the atomic number for carbon?

- a) 2
- b) 3
- c) 6
- d) 8

3. How many protons are there in oxygen?

- a) 8
- b) 10
- c) 6
- d) 2

SELF EVALUATION

STANDARDS	ACCOMPLISHED	NOT ACCOMPLISHED	FEEDBACK
Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.			

TAKEN FROM AND ADAPTED FROM

<http://www.livescience.com/37206-atom-definition.html>
[https://www.sciencedaily.com/terms/cell_\(biology\).htm](https://www.sciencedaily.com/terms/cell_(biology).htm)
<http://notes.tyrocitcity.com/wp-content/uploads/animal-cell.png>
<http://blog.innerdrive.co.uk/9-questions-to-improve-metacognition>

The Atom Vs The Cell – Science (Chemistry) – 6th Grade

	WORKSHEET		Code PGF-03-R03 Page 1 of 2	
---	------------------	--	-----------------------------------	---

SUBJECT	SCIENCE (Chemistry)	GRADE	SIXTH	YEAR	2016-2017	TEACHER	DANIEL MAURICIO ACOSTA
----------------	------------------------	--------------	-------	-------------	-----------	----------------	------------------------


PROCESS: Development of the scientific reasoning to understand, preserve and transform nature.

SUBPROCESS (ES): Construction and communication of scientific knowledge. Developing scientific investigation reasoning. Solving nature and natural science problems. Environmental formation.

STANDARD: Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.

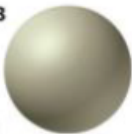
Name: _____ Group: _____ Date: _____

THE ATOMIC THEORY WORKSHEET #6




Dalton

1803




"Billiard Ball" Model

Dalton proposes the indivisible unit of an element is the atom.




Thompson

1904




"Plum Pudding" Model

Thomson discovers electrons, believed to reside within a sphere of uniform positive charge (the plum pudding model).




Rutherford

1911



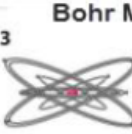
Rutherford Model

Rutherford demonstrates the existence of a positively charged nucleus that contains nearly all the mass of an atom.




Bohr

1913




Bohr Model

Bohr proposes fixed circular orbits around the nucleus for electrons.



Schrodinger

1926



"Electron Cloud" Model

In the current model of the atom, electrons occupy regions of space (orbitals) around the nucleus determined by their energies.

In chemistry and physics, atomic theory is a scientific theory of the nature of matter, which states that matter is composed of discrete units called atoms. It began as a philosophical concept in ancient Greece and entered the scientific mainstream in the early 19th century when discoveries in the field of chemistry showed that matter did indeed behave as if it were made up of atoms.

The word atom comes from the Ancient Greek adjective atomos, meaning "indivisible". In the 19th century chemists began using the term in connection with the growing number of irreducible chemical elements. Around the turn of the 20th century, through various experiments with electromagnetism and radioactivity, physicists discovered that the so-called "uncuttable atom" was actually a conglomerate of various subatomic particles (chiefly, electrons, protons and neutrons) which can exist separately from each other.

PERSONAL WORK

-Watch the following videos posted on the virtual and take notes about the atomic theory development throughout the time.

Links:

<https://www.youtube.com/watch?v=xazQRcSCRaY>

<https://www.youtube.com/watch?v=IhnDxFdkzZs>

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 2 of 2	
---	------------------	-----------------------------------	---

- Watch a flash video posted in the virtual room to improve your knowledge about atomic theory.
- Create a timeline of the atomic structure using the models studied in class.

GROUP WORK

In groups of four students, and according to what was studied in class, which is the atomic model that best describes today's scientific beliefs? Make a little poster for a public presentation.

Metacognitive questions

Answer the following personal questions in your notebook.

- Is this similar to a previous task?
- Which is the real atomic model and how did you determine this to be true?
- Who can I ask for Help?
- Did I achieve the goal of the worksheet?

QUIZ

1. The plum pudding model belongs to:

- | | |
|---------------|-----------|
| a) Rutherford | c) Dalton |
| b) Thomson | d) Bohr |

2. The model that talks about an electron cloud is

- | | |
|------------|----------------|
| a) Bohr | c) Rutherford |
| b) Thomson | d) Schrödinger |

SELF EVALUATION

STANDARDS	ACCOMPLISHED	NOT ACCOMPLISHED	FEEDBACK
Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.			

TAKEN FROM AND ADAPTED FROM

-<http://www.solpass.org/science/e6-8-new/s8/images/modelss.png>
 -https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_theory
 {https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj9mqST2KXUAhVE7CYKHUQuBroQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.csun.edu%2Fscience%2Fcourses%2F619%2Fflash%2Fmodels_of_atom.swf&usq=AFQjCNFE2UtP4xU-t4CYVaNjNKE89dU0DA&sig2=PCRG5ZdRzRd_OP0YDYXNIQ}

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 1 of 2	
--	------------------	-----------------------------------	--

SUBJECT	SCIENCE (Chemistry)	GRADE	SIXTH	YEAR	2016-2017	TEACHER	DANIEL MAURICIO ACOSTA
----------------	------------------------	--------------	-------	-------------	-----------	----------------	------------------------

PROCESS: Development of the scientific reasoning to understand, preserve and transform nature.

SUBPROCESS (ES): Construction and communication of scientific knowledge. Developing scientific investigation reasoning. Solving nature and natural science problems. Environmental formation.

STANDARD: Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.

Name: _____ Group: _____ Date: _____

QUANTUM NUMBERS WORKSHEET #7

QUANTUM NUMBERS

1. Principle Quantum Number (n):


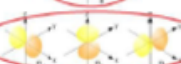
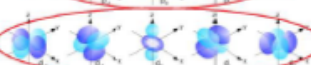
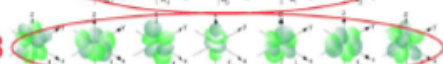
- ENERGY LEVEL
- Indicate **distance** from the nucleus
- How to figure it out: **Energy level as Bohr defined.**

n

- Options available: **$n = 1, 2, 3, 4$**

2. Second Quantum Number (ℓ):

- SUBLEVELS
- Indicates the **shape** of the region.

- Spherical - **0**  **s-orbital**
- Dumbbell - **1**  **p-orbitals**
- Double dumbbell donut - **2**  **d-orbitals**
- Fancy - **3**  **f-orbitals**

- How to figure it out: **$n - 1$, this is the number of different shape orbitals within an energy levels,**
 $n = 1$ only has the sphere, given the value 0
 $n = 2$ has a sphere (s) orbital and the dumbbell (p) given the value 1

- Options available:

Letter of Orbital	s	p	d	f
ℓ	0	1	2	3

3. Magnetic Quantum Number.

4. Electron Spin Quantum Number.

Scientists from Bohr to de Broglie to Heisenberg have attempted to describe the nature of electrons. Erwin Schrödinger and Paul Dirac developed equations that for now best describe the various states that electrons can assume. These states are known as quantum states and are described by four quantum numbers. This grade we will be focused on the first two quantum numbers.

1. Principal Quantum Number.

2. Orbital Quantum Number/Azimuthal Quantum number/second quantum number

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 2 of 2	
---	------------------	-----------------------------------	---

-Explanation about the location of the electrons of the two first quantum numbers will be given by the teacher through an analogy with a hotel.

PERSONAL WORK

Find the first two quantum numbers for the following electron configurations.

$1s^1$; $3d^{10}$; $4f^{14}$, $4p^6$; $2p^5$

GROUP WORK

- In groups of four students, the link posted in the virtual room about quantum numbers will be used by students in order to practice the topic.
- Students will be practicing with an applet called "how to build an atom".

Metacognitive questions

Answer the following personal questions in your notebook.

- Was it difficult for me to understand the topic?
- Did I ask for help? It is important to be helped?
- Did I achieve the goal of the worksheet?

QUIZ

1. The Principal quantum number symbol is:

- | | |
|------|------|
| a) m | c) l |
| b) n | d) p |

2. The following is not a second quantum number

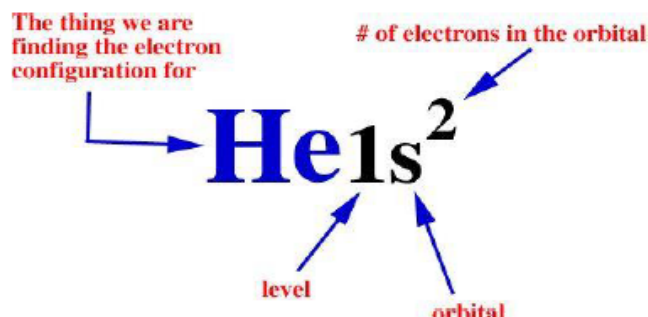
- | | |
|------|------|
| a) 3 | c) d |
| b) s | d) f |

SELF EVALUATION

STANDARDS	ACCOMPLISHED	NOT ACCOMPLISHED	FEEDBACK
Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.			

TAKEN FROM AND ADAPTED FROM

<http://college-cram.com/study/chemistry/atoms-and-molecules/quantum-numbers/>
<http://www.cohassetk12.org/cms/lib010/MA01907530/Centricity/Domain/345/Adv%20Chem/Unit%201%20Quantum%20and%20PT/Q%20Hv1%20SolA.pdf>
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/aa/38/b4/aa38b4aa67c2dc8dac6706b627e456b0.jpg>
https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjkr8O58KXUAhXCMyYKHULTA3UQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.shsu.edu%2F~chm_tgc%2Fsounds%2Flashfiles%2FQuantum.swf&usq=AFQjCNHeXAJ56qy6GMzIM53XBRB0xf7kpw&sig2=tSdp-Ts83cizy2Mg7qYHQ



	WORKSHEET	Code PGF-03-R03 Page 1 of 2	
---	------------------	-----------------------------------	---

SUBJECT	SCIENCE (Chemistry)	GRADE	SIXTH	YEAR	2016-2017	TEACHER	DANIEL MAURICIO ACOSTA
----------------	------------------------	--------------	-------	-------------	-----------	----------------	------------------------

PROCESS: Development of the scientific reasoning to understand, preserve and transform nature.

SUBPROCESS (ES): Construction and communication of scientific knowledge. Developing scientific investigation reasoning. Solving nature and natural science problems. Environmental formation.

STANDARD: Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.

Name: _____ Group: _____ Date: _____

ELECTRON CONFIGURATION WORKSHEET #8

ELECTRON CONFIGURATION

In atomic physics and quantum chemistry, the electron configuration is the arrangement of electrons in an atom, molecule, or other physical structure.

THE PAULI EXCLUSION PRINCIPLE

The Pauli Exclusion Principle states that, in an atom or molecule, no two electrons can have the same four electronic quantum numbers. As an orbital can contain a maximum of only two electrons, the two electrons must have opposing spins. This means if one is assigned an up-spin (+1/2), the other must be down-spin (-1/2).

HUND'S RULE

Hund's Rule states that every orbital in a sublevel is singly occupied before any orbital is doubly occupied and all of the electrons in singly occupied orbitals have the same spin.

AUFBAU PRINCIPLE

$1s^2$
 $2s^2 2p^6$
 $3s^2 3p^6 3d^{10}$
 $4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$
 $5s^2 5p^6 5d^{10} 5f^{14}$
 $6s^2 6p^6 6d^{10} 6f^{14}$
 $7s^2 7p^6 7d^{10} 7f^{14}$

The Aufbau principle states that, hypothetically, electrons orbiting one or more atoms fill the lowest available energy levels before filling higher levels (e.g., 1s before 2s). In this way, the electrons of an atom, molecule, or ion harmonize into the most stable electron configuration possible.

MOELLER'S DIAGRAM

	WORKSHEET	Code PGF-03-R03	
		Page 2 of 2	

PERSONAL WORK

-In order to review the topic a flash video about electron configuration will be presented by the teacher, student's notes in the note will be required.

-Electron configurations of the following elements will be written by students:

- | | |
|-------------|-------------|
| a. Sodium | f. Chlorine |
| b. Lithium | g. Fluorine |
| c. Francium | h. Oxygen |
| e. Argon | i. Carbon |

GROUP WORK

-In groups of four, students will be practicing with a flash activity in order to reinforce the knowledge obtained in class.

Metacognitive questions

Answer the following personal questions in your notebook.

- Was it difficult for me to understand the topic?
- Did I ask for help? It is important to be helped?
- Did I achieve the goal of the worksheet?

QUIZ

1. The element that has the following electron configuration ($1s^2 2s^2 2p^1$) is

- | | |
|-------------|-----------|
| a) Nitrogen | c) Oxygen |
| b) Carbon | d) Boron |

2. The electron configuration for bromine is:

- | | |
|---|---|
| a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 4d^7$ | c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ |
| b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{15}$ | d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9 4p^6$ |

SELF EVALUATION

STANDARDS	ACCOMPLISHED	NOT ACCOMPLISHED	FEEDBACK
Recognizes the internal composition of the matter and how electrons are distributed in the atom and its interaction in order to create molecules.			

TAKEN FROM AND ADAPTED FROM

https://www.sciencedaily.com/terms/electron_configuration.htm
https://chem.libretexts.org/Core/Physical_and_Theoretical_Chemistry/Electronic_Structure_of_Atoms_and_Molecules/Electronic_Configurations/Pauli_Exclusion_Principle
<https://www.boundless.com/chemistry/textbooks/boundless-chemistry-textbook/periodic-properties-8/electron-configuration-68/hund-s-rule-318-3668/>
https://chem.libretexts.org/Core/Physical_and_Theoretical_Chemistry/Quantum_Mechanics/10%3AMulti-electron_Atoms/Electron_Configuration
<http://exercises.muov.info/ex5-1.htm>

C. Anexo C: Evidencia fotográfica

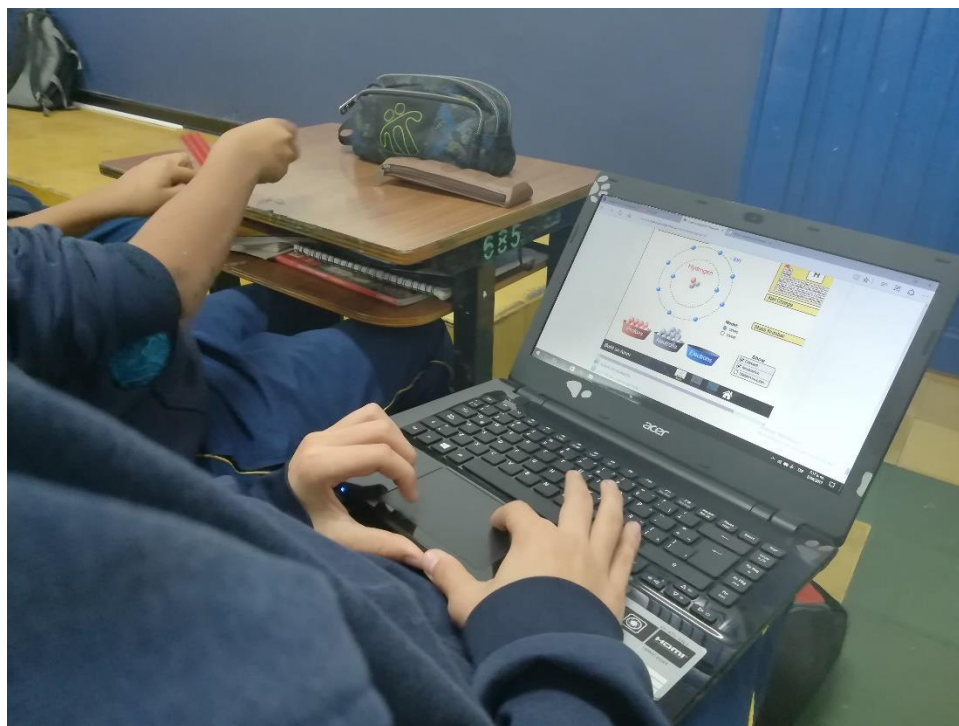


Figura 19. Estudiantes utilizando una simulación Phet del átomo

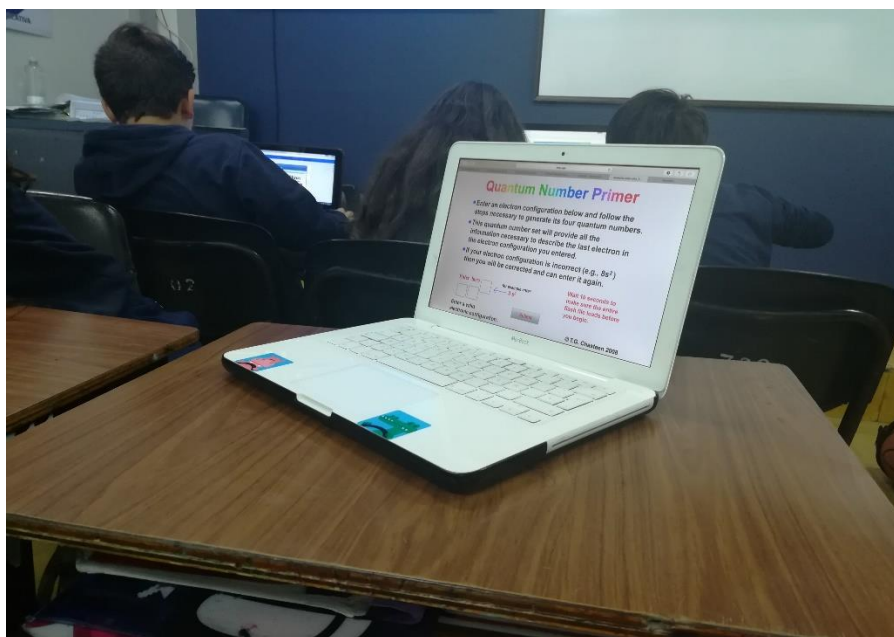


Figura 20. Estudiantes utilizando una página web acerca de números cuánticos.

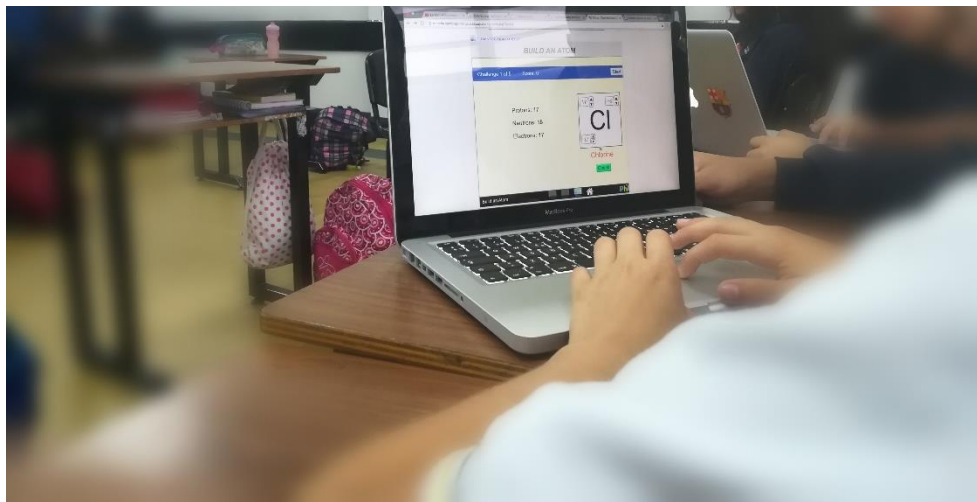


Figura 21. Estudiantes utilizando una simulación Phet acerca de número atómico.

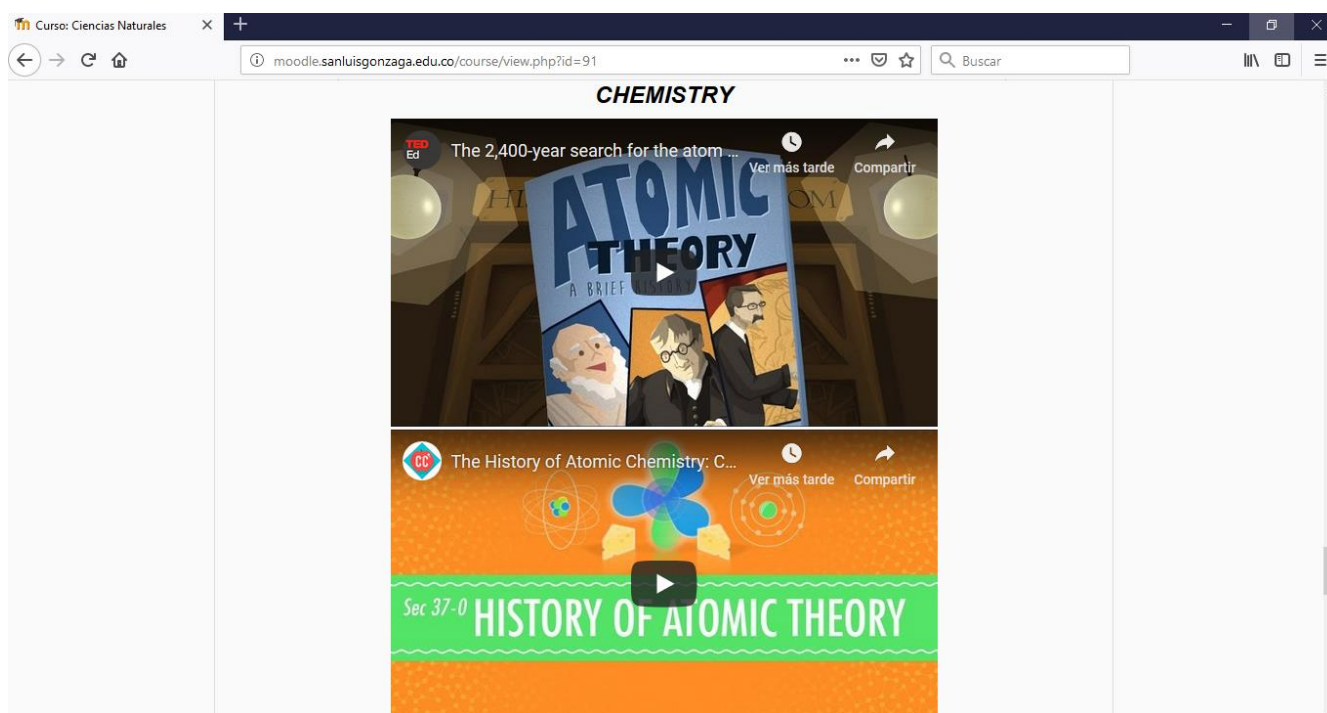


Figura 22. Aula virtual con material audio-visual.

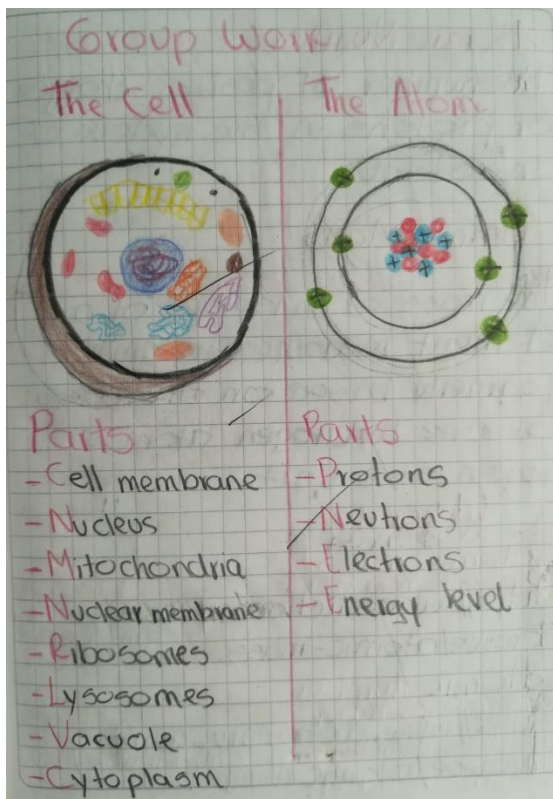


Figura 23. Comparación átomo vs célula

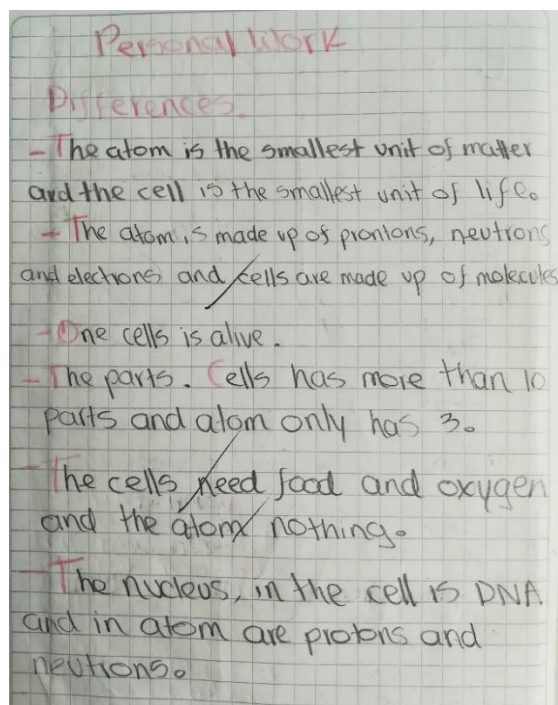


Figura 24. Diferencias entre átomo y célula

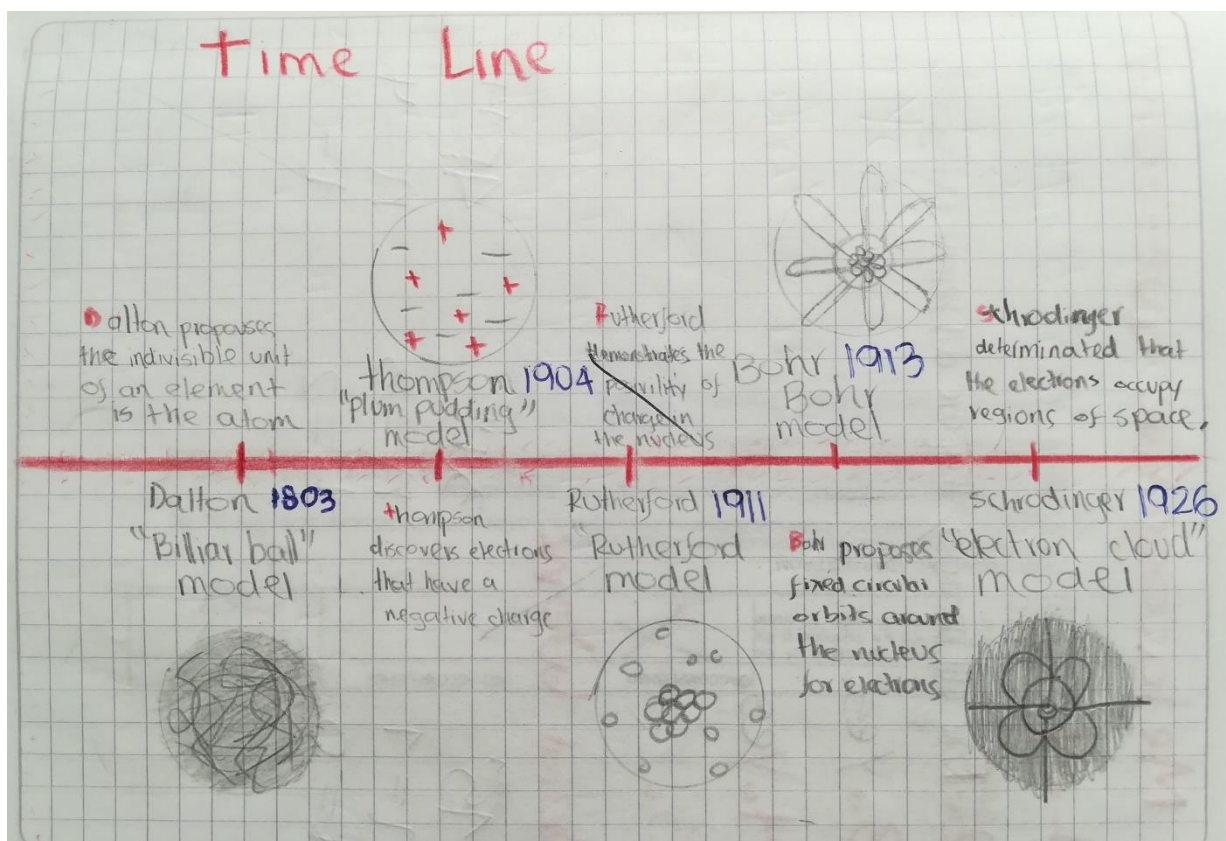


Figura 25. Línea de tiempo modelos atómicos.

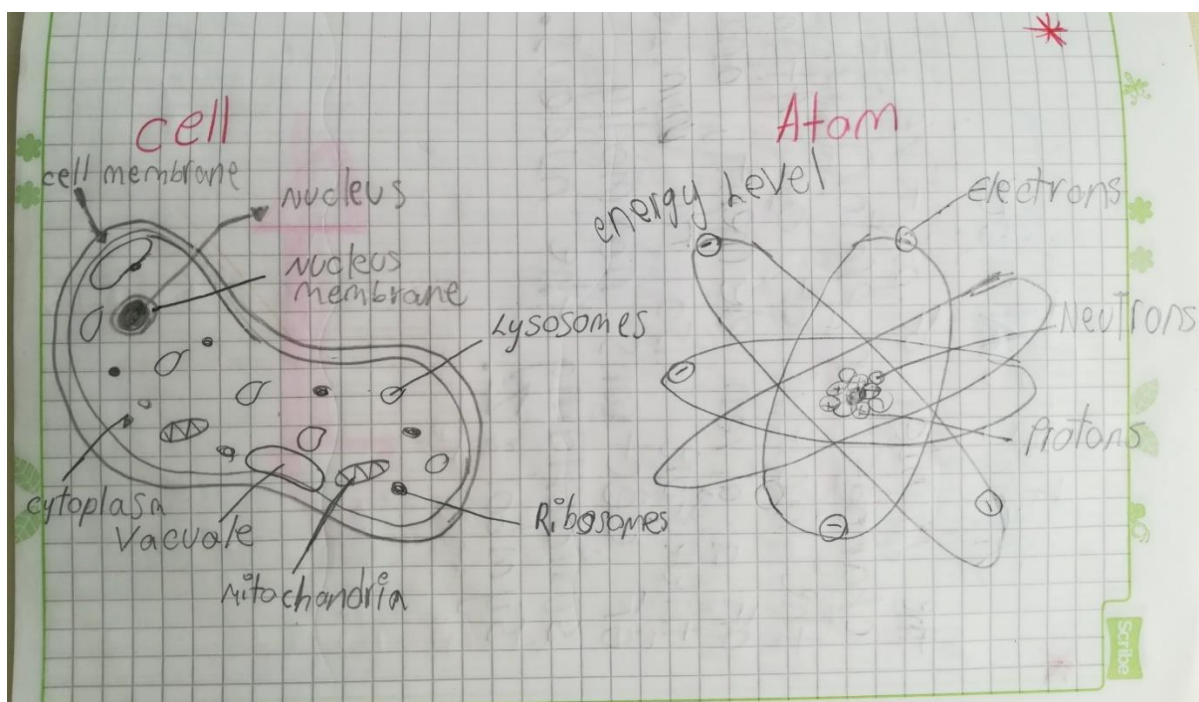



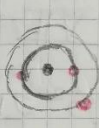
Figura 26. Dibujo átomo Vs célula.

Personal Work

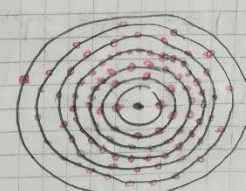
Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 Period: 3
 Group: I




Li $1s^2 2s^1$
 Period: 2
 Group: I




Fr $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$
 $5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^1$
 Period: 7
 Group: I




Ar $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 Period: 3
 Group: VIII



Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 Period: 3
 Group: VII



F $1s^2 2s^2 2p^5$
 Period: 2
 Group: VII



O $1s^2 2s^2 2p^4$
 Period: 2
 Group: VI




Figura 27. Ejercicios de configuración electrónica.

Bibliografía

Bachelard, G. (1993). *La formación del espíritu científico, Siglo XXI*, (p. 15). México.

Barrantes, H. (2006). *Los obstáculos epistemológicos. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*; Año 1, Número 2. Centro de investigaciones matemáticas y meta-matemáticas, UCR. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.

Bastidas, J.G. (2013). Diseño e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa para la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica en grado décimo mediante las nuevas tecnologías: estudio de caso en la Institución Educativa Montecarlo-Guillermo Gaviria Correa, del municipio de Medellín. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia:

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E. y Burdge, J.R. (2004). *Química la ciencia central*, (9ª ed.). México. Prentice Hall.

Calderón, Y.P. (2011). *Propuesta de un objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la tabla periódica*. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Campanario, J.M. & Otero, J.C. (2000). *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid, España.

Castrillón, C.P. (2016). *Estrategia didáctica para la enseñanza del modelo mecánico cuántico del átomo, mediante la implementación de la unidad de producción de conocimiento (UDPROCO)*. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.

Corrales, A.F. (2010). *La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: Las unidades didácticas (pp.44-45)*. EmásF, *Revista Digital de Educación Física*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3175435>

Driver, R. (1989). *Changing conceptions. Adolescent development and school science* (pp. 79–104). London, UK: Falmer Press.

Escamilla, A. (1993). *Unidades didácticas: una propuesta de trabajo de aula* (p.93). Barcelona. Edelvives.

Flavell, J. (1979). *Metacognition and Cognitive Monitoring. A New Area of cognitive Developmental Inquiry. American Psychologist.* (pp. 705-712).

Flavell, J. (1987). "Speculation about the motive and development of metacognition" en Weinert, F. y Klowe, R. (Eds.) *Metacognition, Motivation and Understanding.* (pp. 21-29). London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers

Galagovsky, L., Rodríguez, M. & Stamati, N. (2003) *Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla.* Universidad de Buenos Aires. Enseñanza de las ciencias, 21 (1), (pp.107-121). Buenos Aires, Argentina.

García, A. (2004). *Introducción a la configuración electrónica de los átomos en los niveles básicos de enseñanza.* Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 40, (pp.25-34).

Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica.* (p.122). Córdoba, Argentina. Edit. Brujas.

González, L. M. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural.* Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química.* México D.F., México: Aula XXI. Ed. Santillana.

Kuhn, D. (1989). *Children and adults as intuitive scientists.* Psychological Review, 96, (pp. 674-689). New York, United States.

Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. San Diego, CA: Academic Press.

Limón, M. y Carretero, M. (1997). *Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?* En Carretero (Ed.), *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*. (pp. 3-18). Argentina: Aique grupo Editor S.A.

Martínez, J.R. (2004). *Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología* (pp. 45-47). Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. Barcelona, España.

Mora, Z. A. (2002). *Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar*. InterSedes, Revista de las Sedes Regionales, III (5), (pp.75-89). Costa Rica

Moreno, H. & Guarín, E.D. (2010). *Nociones cuánticas en la escuela secundaria: Un estudio de caso*. (p.2). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. (Serie de guías N°7). Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Ortiz, E.A. (2013). *Los caminos del saber ciencias 7* (pp. 204-207). Bogotá, Colombia. Editorial Santillana.

Osorio, A. A. (2005). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje para relacionar los conceptos de la distribución electrónica con los de la periodicidad de los elementos de la tabla periódica*. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Posner, G., Strike, K., Hewson, P. and Gertzog, W. (1982). *Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. In: *Science Education*, 66, 2, (pp.211-227).

Pozo, J.I. (1996). *Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas*. Revista Alambique 7, versión electrónica.

Tamayo Alzate, O.E., Vasco Uribe, C.E., Suarez de la Torre, M.M., Quiceno Valencia, C.H., García Castro, L.I. y Giraldo Osorio, A.M. (2011). *La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación*. Universidad Autónoma de Manizales. Manizales, Colombia.

Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. New Jersey, United States. Princeton: Princeton University press.

Villaro, E.Á. (2012). *Ideas previas sobre átomos y enlace químico. Desarrollo de una estrategia didáctica en la educación secundaria*. Trabajo de grado. Universidad de la Rioja. España

Woolfolk, A. E. (2010). *Psicología Educativa (11a. ed.)*, (p.271). México. Pearson Educación.

Wikiberchmans, (2015). *Pedagogía ignaciana*. Recuperado de virtual.berchmans.edu.co